N° 14 31 JUILLET 1929

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris, — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

Henri Andoyer.

M. Emile Picard, de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences a prononcé cet émouvant et beau discours le 14 juin aux obsèques de M. Andoyer :

Je viens, au nom des amis d'Henri Andoyer, dire un dernier adieu à celui qui vient d'être si brusquement enlevé à leur affection. Andoyer cachait avec un soin jaloux les solides qualités d'un esprit très heureusement doué. Oublieux de lui-même il ne songeait qu'à remplir avec la conscience la plus scrupuleuse les fonctions qui lui étaient confiées et les tâches qu'il s'était assignées. Peu de savants ont été plus sincèrement modestes, plus convaincus que la science est une œuvre ayant un caractère essentiellement collectif, et que la pierre apportée à l'édifice devient le plus souvent très vite anonyme.

La Théorie de la Lune fait le désespoir des astronomes. Andoyer consacra une importante partie de son labeur scientifique à la révision de la célèbre méthode de Delaunay, révision qu'il commença il y a de longues années et termina seulement l'année dernière. La détermination analytique des inégalités lunaires doit permettre de passer facilement aux valeurs numériques, mais il n'en est malheureusement pas ainsi avec les formules de Delaunay, les développements y étant insuffisamment prolongés et leur convergence peu satisfaisante. Reprenant la méthode de l'illustre astronome, Andoyer corrigea les résultats d'ordre supérieur au septième dont beaucoup étaient inexacts, et donna les expressions correctes des inégalités du mouvement de notre satellite, en tenant compte des éléments les plus importants relatifs au Soleil et à la Lune. C'est là un travail considérable, et on reste saisi d'admiration devant l'effort qu'ont exigé ces immenses calculs.

Andoyer eut toujours le goût, on pourrait dire la passion des calculs numériques. Il n'avait pas tardé à reconnaître les erreurs contenues dans toutes les tables trigonométriques, et il lui sembla qu'elles devaient être corrigées, étendues et complétées. Il osa entreprendre seul, et réussit à mener à bien en quelques années la confection de nouvelles tables, tant pour les logarithmes que pour les valeurs mêmes des lignes trigonométriques, véritable monument qui lui fait le plus grand honneur.

La haute culture mathématique d'Andoyer, son érudition considérable, ne lui faisaient en aucune occasion négliger les calculs numériques. Il estimait que les théoriciens de l'astronomie devaient joindre à une connaissance étendue des mathématiques une aptitude pour les calculs les plus laborieux. Il ne perdait jamais de vue le but de la mécanique céleste, qui était, suivant lui, de comparer la Théorie aux Observations, et par suite de traduire les formules en nombres. Non pas certes qu'il dédaignât la théorie pure. Comme tout bon géomètre, il avait le culte de l'élégance, et dans de nombreux mémoires, il apporta des perfectionnements de haute importance à l'œuvre de ses devanciers, mais, parfois, avec la brusquerie charmante que connaissent ceux qui l'ont approché, il montrait le fond de sa pensée, et, devant certains travaux modernes, il ne craignait pas de répéter

avec Fontenelle dans son éloge de Leibnitz, que la façon de découvrir vaut mieux que la plupart des choses qu'on découvre.

Andoyer était dans notre pays le représentant le plus autorisé de la Mécanique céleste classique, et il surveillait au Bureau des Longitudes, avec une autorité reconnue de tous, les laborieux calculs de la connaissance des temps, auxquels il a maintes fois apporté d'utiles perfectionnements. La mécanique céleste de Laplace était son livre de chevet, et dans une brochure qui est un chef-d'œuvre il a fait une pénétrante analyse de l'œuvre du grand géomètre. Un seul chapitre, très court d'ailleurs, n'excitait pas, je dois le dire, son admiration; c'est celui relatif à la formation du système solaire. Les systèmes cosmogoniques ont toujours paru bien vagues à son esprit désireux de précisions numériques.

Andoyer aimait l'enseignement autant que la science. Il fut un incomparable professeur. Outre son enseignement régulier d'astronomie à la Faculté, il tenait à faire chaque année un cours sur quelque point de la mécanique céleste. C'était pour lui un plaisir de développer dans une belle ordonnance les formules qui lui étaient familières depuis tant d'années. Comment ne pas rappeler en ce moment que, il y a dix jours, ressentant déjà les premières atteintes du mal qui devait l'emporter, il avait voulu cependant aller faire son cours à la Sorbonne; on dut le ramener chez lui dans un état qui devint vite alarmant.

Entré le premier à l'Ecole Normale en 1881, Andoyer fut vite remarqué de ses maîtres, et Hermite lui confia la rédaction de ses *Leçons*, où tant de nos élèves ont appris les principes de la théorie des fonctions analytiques. Après sa sortie de l'Ecole, il passa dix ans à l'Observatoire de Toulouse, faisant en même temps des cours à la Faculté des sciences. Quand il revint à Paris, on le chargea d'enseignements variés et de la préparation à l'agrégation. L'homme de devoir qu'il fut toujours, apportait le même soin à la correction des copies de ses auditeurs qu'à ses recherches personnelles. Il eut une grande joie, quand il devint titulaire de la chaire d'astronomie à la Sorbonne, et depuis lors sa vie s'écoula entre son enseignement, ses travaux et ses devoirs de famille. La mort d'un de ses fils, tombé en 1915 au Champ d'honneur, lui fut un coup cruel, il tâchait alors d'oublier un instant ses tristesses en travaillant pour le Service géographique de l'armée. Quoique sans ambition personnelle, Andoyer avait pensé un moment pouvoir rendre quelque service à l'Astronomie française, dans le cas où on lui confierait la Direction de l'Observatoire de Paris, mais la fusion de celui-ci avec l'Observatoire de Meudon changea ses desseins, et seuls, ses intimes ont su qu'il en éprouva quelque regret.

Ainsi vécut Henri Andoyer, qui laisse à ses amis et à ses élèves le magnifique exemple d'un beau caractère, d'une haute élévation morale. Dans une enquête récente sur le sentiment religieux et la science, à laquelle prirent part un grand nombre de membres de l'Académie des sciences, notre ami terminait par ces mots : « Laissez-moi espérer et croire fermement que les savants, j'entends ceux qui passionnément consacrent leur vie entière à la science, ne peuvent manquer de trouver un jour leur récompense dans la complète intelligence de la vérité qu'ils ont toujours poursuivie ». Puisse cette pensée adoucir la douleur de Madame Andoyer et de ses enfants, à qui nous adressons respectueusement l'expression de nos condoléances attristées.

Emile PICARD,
de l'Académie française,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

*
**

Paul Sarasin.

Le 7 avril est mort à Bâle, à l'âge de 73 ans, l'un des plus éminents naturalistes suisses, Paul Sarasin, dont la renommée avait depuis longtemps franchi les limites de sa patrie.

Esprit d'une rare envergure, également doué pour les sciences et pour les lettres (il est l'auteur d'une traduction du *Prométhée* d'Eschyle et a écrit des drames et des poésies lyriques), son amour pour la science l'emporta, et, après avoir terminé ses études en Allemagne, il reçut le grade de docteur de l'Université de Würtzbourg.

Aussitôt, en la compagnie d'un cousin plus jeune, Fritz Sarasin, il entreprit un premier voyage d'exploration à Ceylan, où les deux savants séjournèrent de 1883 à 1886. Ils en rapportèrent une ample moisson de documents et d'observations zoologiques et anthropologiques, dont l'étude fut poursuivie à Berlin. Pour élucider certains problèmes non résolus, Paul et Fritz Sarasin repartirent pour Ceylan en 1890, et c'est au cours de ce second séjour qu'ils se mirent à étudier une curieuse peuplade de l'intérieur de l'île, les *Weddas*, fort intéressante au point de vue ethnographique, car elle constitue un type humain primitif, actuellement en voie de disparition, qui a précédé la couche humaine actuelle dans les régions du sud-est de l'Asie[1]. Des fouilles accomplies dans des cavernes, au cours d'un troisième voyage à Ceylan en 1908, leur ont permis de rapporter de nombreux restes de la civilisation weddaïque, qui remonte à la période préhistorique.

Entre temps, Paul Sarasin et son cousin avaient tourné leurs pas vers l'île de Célèbes, en Malaisie, et au cours de deux voyages successifs, de 1893 à 1896 et en 1902, ils en explorèrent l'intérieur, à peu près inconnu. Le résultat de leurs recherches et de l'étude des matériaux qu'ils en rapportèrent fut l'établissement d'une carte géographique et ethnographique et la publication des cinq tomes des « Matériaux pour l'histoire naturelle de l'île de Célèbes », œuvre de premier plan. La découverte la plus sensationnelle

1. F. SARASIN : Les types humains inférieurs du sud-est de l'Asie. *Revue gén. des Sciences*, t. XIV, pp. 303-313 ; 30 avril 1908.

de cette exploration fut celle de la tribu des Toàlas, étroitement apparentée aux Weddas de Ceylan, et qui montre que la couche weddaïque s'est étendue jusqu'à l'archipel indo-australien. L'ensemble des travaux des auteurs sur ces divers peuples a paru dans l'ouvrage « Les Weddas et les tribus voisines ».

Retiré à Bâle, Paul Sarasin avait fait de sa maison un centre de recherches et de renseignements, que de nombreux savants de tous les pays ont fréquenté.

L. B.

§ 2. — Sciences physiques.

Spectroscopie et structures hyperfines.

L'atome d'hydrogène, qui a fourni le premier exemple d'une série de raies spectrales (série de Balmer), émet des radiations (Hα, Hβ, Hγ...) qui ont longtemps passé pour simples. L'étude des doublets du sodium et du potassium, des triplets du magnésium, du calcium, du mercure, etc., a fourni les premiers exemples de *structure fine* : on connaît aujourd'hui de très nombreux exemples de multiplets (allant du doublet jusqu'au nonuplet) qui correspondent à des structures fines de plus en plus complexes. Il est à noter que les écarts entre les composantes d'un même multiplet, qui mesurent l'échelle de la structure fine, peuvent varier entre des limites très étendues. Pour l'hydrogène, qu'on sait aujourd'hui posséder un spectre de doublets, les écarts sont très petits (0,1 Angström); pour le mercure, ils peuvent dépasser 1.000 Angströms, c'est-à-dire que la structure fine des raies est grossie au point d'être comparable à la structure globale du spectre.

L'étude des structures fines est aujourd'hui assez avancée pour que les spectroscopistes aient songé à faire un pas de plus en abordant l'analyse des *structures hyperfines*. On appelle ainsi la structure complexe (quand elle existe) d'une raie composante, réputée jusqu'ici simple, de structure fine ordinaire. Il est à noter que des exemples de structure hyperfine ont été signalés depuis longtemps (raies satellites du cadmium et du bismuth, raies d'étincelle du chlore et du brome, etc...). Avec le développement des spectroscopes à haut pouvoir séparateur, (réseaux, échelons, interféromètres, etc...), le nombre des raies à structure hyperfine est allé grandissant de jour en jour, et l'on sait même quelle difficulté a éprouvée Michelson à trouver dans la raie rouge du cadmium une raie étalon dépourvue de structure hyperfine. Des structures hyperfines ont été découvertes récemment même sur les raies classiques des métaux alcalins. Pour certains corps (bismuth) et peut-être pour tous les corps la structure hyperfine est un fait général, observable sur toutes les raies du spectre. Ici encore, on peut admettre que dans certains cas la structure hyperfine peut se trouver notablement grossie, et se rapprocher soit de la structure fine, soit même de la structure globale.

Le cas de structure hyperfine qui a été étudié de la manière la plus approfondie est celui du bismuth (Goudsmit et Back). Beaucoup des fortes raies de ce métal, et particulièrement les raies 4.722, 3.596, 3.510, 3.397, 3.024, 2.938, etc., présentent des composantes résolubles, dont le nombre atteint 6, 12, ou davantage et cela sur un intervalle total inférieur à 0,30 Angström: c'est donc par un petit nombre de centièmes d'Angström que se mesure l'échelle de ces structures hyperfines. Malgré cela, les auteurs précités ont encore pu décomposer par le champ magnétique chacune des composantes de 4.722 en 10 raies ou composantes Zeeman. Les mesures de haute précision qu'ils ont effectuées leur ont permis de démontrer que les structures hyperfines sont représentées par des multiplets analogues à ceux de la structure fine; les mêmes règles de sélection sont ici valables, et permettent de fixer la valeur du nouveau nombre quantique qu'il faut naturellement introduire. Les rapports d'intensité présentent des anomalies caractéristiques et fort instructives. D'après Back et Goudsmit, le moment supplémentaire qu'il faut introduire pour qu'en appliquant les règles usuelles de composition vectorielle (Landé) on puisse reconstituer la structure hyperfine de la raie 4.722 du bismuth est égal à 4,5 quanta. Comment interpréter physiquement ce moment? Très probablement comme moment magnétique du noyau de l'atome. Les noyaux, comme les électrons, auraient donc un moment magnétique propre (moment de rotation) et l'on voit quelles conséquences importantes en peuvent résulter pour nos conceptions atomiques. A cet égard, l'analyse des structures hyperfines, qui n'en est qu'à ses débuts, promet d'ouvrir un champ de recherches fécond.

L. B.

§ 3. — Sciences naturelles.

L'architecture des abeilles.

On sait que les cellules en cire dans lesquelles les abeilles logent leur couvain et leurs provisions ont globalement la figure de prismes hexagonaux réguliers, serrés les uns contre les autres, de façon que chaque face serve de paroi à deux cellules contigues. Le fond de chacune des alvéoles est une pyramide régulière formée de trois faces rhomboïdales égales, qui rencontrent les arêtes du prisme en six sommets : les uns, trièdres, situés plus bas; les autres, tétraèdres, alternant avec les premiers. Trois cellules accolées laissent entre elles un vide pyramidal précisément semblable à celui de la base d'une autre cellule, tournée en sens contraire; et ceci fait comprendre l'agencement des deux rangées d'alvéoles, opposées par les bases, qu'on trouve sur les deux faces d'un même gâteau.

Cette architecture, avec les angles obtus des rhombes qui sont réalisés (110° environ), est, d'après une hypothèse déjà ancienne de Réaumur, confirmée par des calculs de König, celle qui permet d'obtenir le maximum d'économie dans l'emploi de la cire. Et pendant deux siècles le dogme de l'instinct extraordinaire des abeilles et de la forme merveilleuse

et parfaite de leurs alvéoles a été à peu près universellement admis.

En 1911, un cristallographe, H. Vogt, en opérant sur des moulages en plâtre de la cavité des alvéoles, a montré que, si la section des prismes, près du fond, est très approximativement un hexagone régulier, par contre la pyramide basale est notablement plus obtuse, plus basse, que la pyramide du rhombododécaèdre affirmée par la théorie classique; en outre, les fonds ne sont pas construits sur un modèle qui corresponde au minimum de substance.

Déjà Darwin avait reconnu, d'ailleurs, que les instincts des animaux ne sont pas parfaits et immuables, et sont susceptibles de perfectionnements successifs. Celui des Abeilles résulterait d'une longue évolution qui, partant des Bourdons qui déposent leur miel dans des cellules isolées, de forme globuleuse et de dimensions diverses, et se continuant par les Mélipones, qui utilisent des récipients acquérant deux à deux une paroi commune plane, aboutirait, par la multiplication de semblables accolements, favorisée par la sélection naturelle et l'hérédité, aux résultats si parfaits qu'offre le rayon de l'Abeille domestique; on retrouve, d'autre part, dans la manière de construire des Abeilles actuelles, une trace de la tendance à « travailler en rond ».

Etant donné l'intérêt de ce problème, M. V. Willem a poursuivi pendant 7 ans une série d'expériences dont il vient de publier les résultats [1]. Celles-ci ont consisté à observer le travail de petits essaims d'abeilles dans une ruche vitrée comportant un seul rayon principal et une hausse, dans certaines conditions particulières : en leur offrant, comme amorce de nouveaux rayons, des plaques de cire gaufrée, portant sur leurs deux faces des impressions très semblables à des fonds normaux, bordés de crêtes régulières correspondant au début de prismes hexagonaux; en leur offrant des fonds d'alvéoles modelés sur une seule face, l'autre face du gâteau de cire étant protégée par une plaque de verre; en leur présentant des fonds réguliers de forme carrée ou des fonds irréguliers.

L'ensemble des observations faites par M. Willem l'a conduit aux conclusions suivantes :

Une abeille, pour autant que son activité n'est pas contrariée par celle de ses compagnes, travaille en rond, comme les ancêtres des Apiaires : elle donne à la première esquisse qu'elle creuse d'un fond d'alvéole une forme sphérique; elle édifie sur ces fonds des murs courbes ou cylindriques. Mais, dès que son œuvre touche à celle d'une collaboratrice, dès qu'une cloison devient commune, on voit intervenir une habitude qui marche nécessairement de pair avec la tendance à l'accolement des cellules : une manière mesurée de réagir à la poussée opposée, de sorte qu'une collaboration bien équilibrée donne à la cloison commune deux faces planes.

On peut, par des amorces en cire, déterminer les travailleuses à se grouper de manières exceptionnelles, et par exemple aligner en séries non alternes les débuts de cellules, qui prendront alors une section carrée. Spontanément cependant, les collaboratrices disposent leurs têtes en quinconce et fondent des alvéoles qui deviendront nécessairement hexagonales. Et cette distribution, comme on le remarque souvent sur les bords des rayons en construction, ne s'obtient pas immédiatement, mais par des tâtonnements qui groupent progressivement des fonds égaux à des distances égales et minimales.

Dans des espaces irréguliers, des fonds de cellule peuvent s'établir très irrégulièrement, et dans certaines circonstances, au fur et à mesure de l'exhaussement des parois prismatiques, la distribution des ouvrières peut se modifier : quand l'espace se réduira au point de ne pouvoir plus recevoir deux têtes, elles souderont deux cellules en une seule, par abandon d'une cloison moyenne; ou bien, dans le cas contraire, elles ajouteront des cellules intercalaires, s'évasant de plus en plus; ou bien encore, elles arriveront à imprimer des torsions ou des modifications de calibre, assez surprenantes, aux « prismes » cellulaires.

Le début de l'accolement, par la base, de deux rangées d'alvéoles n'a été possible qu'en raison de leur horizontalité; et nécessairement l'accolement des deux rangées de cellules opposées par leurs fonds se fait de manière que leurs axes se disposent en quinconce. C'est que les abeilles, cherchant à établir des cellules sur l'envers d'une première rangée d'alvéoles, trouvent entre les saillies des fonds de celles-ci des enfoncements qui amorcent le creusement des cupules nouvelles : ainsi s'est établie, sans l'intervention d'aucun facteur notable nouveau, la disposition en quinconce des fonds qui s'opposent, d'où découlera nécessairement tout l'engrènement, si admiré, des alvéoles des deux rangs d'un gâteau.

M. Willem réduit ainsi l'activité constructive des Abeilles à un petit nombre d'instincts relativement simples, apparus dans un ordre rationnel, conforme aux données de la phylogénie générale des Apiaires : en premier lieu, une tendance, poussée chez les Abeilles au maximum, d'accoler les cellules les unes aux autres, qui fait des alvéoles d'une même rangée des prismes hexagonaux, grâce à des poussées égales sur les deux faces des cloisons, et qui donne, par le même procédé, aux fonds communs des deux rangées la forme de rhombododécaèdres; en second lieu, dû à l'habitude du travail collectif, un perfectionnement du sens musculaire, qui donne aux alvéoles des parois extraordinairement minces et des dimensions linéaires très ajustées, variables d'ailleurs selon les les besoins momentanés de la communauté.

Analysée de la sorte, l'architecture des Abeilles perd son caractère exceptionnel et nous apparaît ni plus ni moins merveilleuse que nombre de manifestations de l'instinct chez les Insectes.

L. B.

1. *Bull. de la Classe des Sciences, Acad. Royale de Belgique*, 5e sér., t. XIV, n° 12, pp. 672-705; décembre 1928.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

Les bois coloniaux dans la construction.

On sait que les essences forestières coloniales seront largement utilisées dans l'édification des différents palais et pavillons de l'Exposition coloniale internationale de 1931.

Sur la demande du Comité national des Bois Coloniaux l'Association Colonies-Sciences a dressé une très intéressante liste de bois à admettre pour la construction de l'Exposition, que nous reproduisons ci-dessous. Cette nomenclature constitue en même temps un utile résumé des diverses essences coloniales classées suivant leurs possibilités d'emploi dans la construction.

I. — Emplois de menuiserie

a) Menuiserie, lambris et divers.

Côte d'Afrique:

Acajou d'Afrique (Khaya Ivorensis)	*Rouge saumon svt moiré.*
Acajou Aboudikro	*Rouge brun.*
— Assié, — Krala, — Sappeli, — Sipo ou Mebron, — Tiana (Entandrophragma sp.)	*Rouge brun saumoné.*
— Bossé (Guarea cedrata)	*Rose pâle.*
Arodiré (Turræanthus africanus)	*Blanc uni svt moiré.*
Badi (Sarcocephalus Pobeguini)	*Jaune d'or.*
Bilinga (— Trillesii)	—
Bahia (Mitragyne macrophylla)	*Gris rosâtre.*
Douka (Dumorix africana)	*Brun rouge.*
Evino (Vitex pachyphylla)	*Gris jaune.*
Fraké (Terminalia altissima)	*gris jaune très clair.*
Limbo (— superba)	— —
Framiré (— ivorensis)	*Jaune clair.*
Iroko (Chlorophora excelsa)	*Brunâtre ton chêne.*
Izombé (indéterminé)	*Jaune clair svt veiné.*
Makoré (Dumoria Heckeli)	*Brun rose svt moiré.*
Moabi (Baillonella djave)	*Brun rouge.*
Movingui (Disthemonanthus Bentamianus)	*Jaune clair.*
Niangon (Cola preiformis)	*Brun rosé.*
Niové (Standtia gabonensis)	*Brun rouge.*
Noyer Bassam (Dibetou), Noyer du Gabon (Lovoa Klaineana)	*Grisâtre + ou — veiné.*
Okoumé (Aucoumea Klaineana)	*Rose saumon pâle.*
Ozigo (Pachylobus Buttneri)	*Brun rose clair.*

Indochine:

Teck (Tectona grandis)	*Brunâtre.*
Dau ou Choeu teal ou Teck rouge du Cambodge (Dipterocarpus sp.)	*Brun rosé.*
Banglang (Lagerstroemia sp.)	*Gris rosé.*

b) Moulure.

Côte d'Afrique:

Avodiré, Ayous-Samba (Triplochiton scleroxylon, *blanc*), Bahia, Evino, Framiré, Limbo, Noyer du Bassam (Dibetou), Noyer du Gabon.

II. — Bois de parquetage

a) Parquets en bois tendres assimilables au parquet sapin.

Côte d'Afrique:

Fraké, Framiré, bimbo *blanc*, Okoumé, Ozigo.

b) Parquets en bois durs assimilables au parquet chêne (carrelages, marches d'escalier).

Côte d'Afrique:

Azobé (Doptura procera, *brun chocolat*), Badi, Bilinga, Bossé, Douka, Iroko, Makoré, Moabi, Movingui.

III. — Bois de charpentes spéciales

(Colonnes, escaliers, estrades et tous emplois soumis à l'hmidité).

Côte d'Afrique:

Azobé.
Iroko.

Indochine:

Lin (Erytrophleum Fordii) *Jaune brun.*
Teck.

Guyane

Angélique (Dicorynia paraenis) *Brun rougeâtre.*

En ce qui concerne l'*acajou*, il semble indispensable de réglementer « l'appellation commerciale d'acajou en la réservant exclusivement aux bois qui possèdent toutes les propriétés de l'acajou véritable (Swietenia Mahogani, Méliacée) et qui par conséquent, peuvent le remplacer dans tous ses emplois. »

La Sous-Commission des Bois Coloniaux de Colonies-Sciences a élaboré un projet de résolution d'après lequel « le nom d'Acajou, *accompagné de l'indication de l'espèce*, peut être donné à tous les bois de couleur rouge, rose ou rougeâtre provenant d'arbres appartenant à la famille des Méliacées et possédant les caractères physiques suivants :

Retrait total, en passant de l'état vert ou imbibé à l'état anhydre, inférieur ou égal à 11 % du volume anhydre.

Variation de volume inférieur à 0,46 % pour une variation d'une unité dans le pourcentage de son humidité (au voisinage de 15 %).

Il peut être étendu avec indication de la coloration aux autres Méliacées remplissant les mêmes conditions, mais n'ayant pas la couleur acajou. En outre, auront droit à l'appellation d'acajou les espèces de la famille des Méliacées au fur et à mesure qu'il sera vérifié qu'elles répondent bien aux conditions ci-dessus. »

Comme on le voit, l'emploi des bois coloniaux

tend à se multiplier grâce aux efforts conjugués des exploitants forestiers, des botanistes, des industriels, ce sera pour le plus grand bien de nos colonies.

M. R.

*
**

La fabrication et les emplois du silicate de soude.

Le silicate de soude du commerce se présente sous la forme d'un liquide incolore et visqueux, se diluant facilement dans l'eau et doué de propriétés aglutinantes intéressantes, auxquelles il doit d'ailleurs ses applications industrielles.

Le silicate de soude est obtenu par la calcination à haute température de sable siliceux avec du carbonate ou du sulfate de soude. On commence par assurer un mélange très intime de la poudre de silice avec le carbonate de soude au moyen d'un brassage mécanique; on incorpore à ce mélange une petite quantité de poudre de charbon qui a pour but de faciliter le dégagement du gaz carbonique lors de la réaction. Le mélange est introduit dans des fours à bassin dont la sole comporte sur le côté un trou de coulée. Le chauffage est obtenu par les flammes d'un foyer semi-gazogène situé en bout du four; certains fours permettent de traiter en un seul chargement jusqu'à 400 kilos de matière, celle-ci ayant subi une dessiccation préalable. Le produit obtenu se présente sous la forme d'une masse liquide, d'aspect vitreux, que l'on refroidit dans des bacs, que l'on sèche et qui est ensuite pulvérisée et dissoute dans l'eau bouillante, pour être livrée sous forme de solutions dont la concentration varie, en général, de 36 à 45° Baumé.

Si la fabrication que nous venons de décrire est la plus fréquente, ce n'est pas la seule; le silicate de soude peut, comme nous l'avons déjà dit, être préparé à partir du sulfate de soude, celui-ci se trouvant alors réduit par le carbone incorporé au mélange. On le prépare également par chauffage d'une solution de soude caustique avec du silicium ou du ferro-silicium; ce produit qui est employé en Amérique, à Niagarfalls, fournit comme sous-produit des quantités importantes d'hydrogène. Enfin, il y a lieu de signaler l'existence de divers procédés brevetés, ayant pour but de fournir le silicate de soude dans le commerce sous forme d'une poudre facilement soluble dans l'eau.

Le silicate de soude peut-être produit en quantités illimitées par notre industrie nationale et il y a même le plus grand intérêt à développer ses emplois industriels, afin de fournir un nouveau débouché pour le carbonate de soude; ce corps peut, en effet, être fourni comme sous-produit de la synthèse de l'ammoniaque, opération dont il importe de réduire le prix de revient au minimum.

Le silicate de soude possède déjà de très nombreuses applications industrielles; c'est ainsi qu'il est utilisé pour le blanchiment des tissus, le blanchiment de la pâte à papier, le couchage du papier, la fabrication de certains cartons et boîtes en fibre, la préparation de colles inputrescibles, spécialement désignées pour le cas de surfaces lisses, etc. Ses propriétés agglomérantes et durcissantes le font entrer dans diverses compositions, telles que les ciments antiacides (à base de sulfate de baryte, fibres d'amiante et silicate de soude à 36° Baumé), les pierres artificielles, destinées à imiter le marbre ou le stuc, etc., il possède également sur les ciments ordinaires une action durcissante, qui est quelquefois utilisée. Enfin, du fait qu'exposé à l'air il fournit une pellicule très dure et résistante, on l'emploie à la conservation des œufs et on le fait entrer dans la composition de nombreuses peintures et de toutes sortes d'enduits destinés surtout à la protection des matériaux de construction exposés à l'action des intempéries.

Une application très intéressante du silicate de soude utilisant à la fois ses propriétés agglomérantes et ses propriétés durcissantes, est le silicatage des chaussées construites en matériaux calcaires. Les premières tentatives de silicatage, effectuées il y a quelques années dans le département du Doubs, ont donné des résultats si satisfaisants que l'on a pu croire un instant à la possibilité de donner au silicatage des chaussées une extension considérable en appliquant ce procédé à toute une gamme de matériaux d'empierrement, constitués par des calcaires demi-durs et tendres. On est malheureusement allé un peu trop vite dans cette voie et le silicatage de matériaux trop tendres a donné lieu à des mécomptes. La conclusion de l'expérimentation effectuée en de nombreux points de la France pour le silicatage des chaussées est que celui-ci ne peut donner de résultats intéressants et durables qu'avec des matériaux calcaires suffisamment durs et présentant des caractéristiques bien déterminées. Il existe à l'heure actuelle une technique bien établie du silicatage des chaussées et ce procédé est susceptible de rendre de réels services dans un certain nombre de régions où il permet d'utiliser des matériaux calcaires, jusqu'alors impropres à l'empierrement des routes.

Les chaussées silicatées n'offrent toutefois pas une résistance suffisante pour convenir aux routes à grand trafic, à moins d'être alors protégées par un revêtement superficiel à base de bitume ou goudron, comme les empierrements ordinaires. Elles ne conviennent bien sans protection qu'à l'entretien des réseaux secondaires, où elles présentent le gros avantage de s'user beaucoup plus régulièrement que les empierrements ordinaires et de conserver, par conséquent, une surface plus unie.

L. P.

LA RESPIRATION INTRACELLULAIRE ET LE PROBLÈME CYTOLOGIQUE DU GLUTATHION

Le phénomène de la respiration, par sa très grande généralité, est une des qualités les plus caractéristiques de la matière vivante et si les découvertes faites depuis *Lavoisier* n'ont fait que confirmer la conception géniale de ce savant, elles ont en outre démontré que toute cellule vivante respire. La respiration nous apparaît ainsi comme un des caractères essentiels de la cellule et l'étude de ce phénomène présente une importance capitale pour la Biologie.

Le mécanisme intime suivant lequel s'opère la respiration intracellulaire est encore obscur. L'oxygène moléculaire, placé dans des conditions de température et de pH voisines de celles des tissus est incapable de jouer le rôle d'oxydant vis-à-vis des aliments, les oxydations s'opèrent alors avec une extrême lenteur et une très faible intensité.

D'autre part, les substances organiques ne perdent pas *in vitro* leur hydrogène, quand elles sont dans un milieu dont les conditions de température et de pH sont analogues à celles de la cellule vivante, et, ce deuxième mode d'oxydation, par déshydrogénation, est, dans les conditions indiquées, tout aussi irréalisable, *in vitro*, que le premier. Cependant, *in vivo*, à chaque instant, des masses importantes de substances organiques sont oxydées.

Il existe donc, dans la cellule vivante, un mécanisme particulier, grâce auquel se réalisent, avec une rapidité et une facilité que les conditions de température et de pH ne permettraient pas de prévoir, une série de phénomènes d'oxydations qui constituent un des caractères fondamentaux de la vie.

Les conceptions modernes de la Chimie nous montrent que toutes les molécules d'un corps peuvent ne pas se trouver à un instant déterminé au même état. Le fait, pour certaines d'entre elles d'atteindre un niveau d'énergie cinétique convenable les rend aptes à réaliser une réaction, on dit alors qu'elles sont activées. Cette labilité particulière des molécules qui se montrent ainsi capables de prendre part à une réaction peut leur être conférée par les agents catalytiques.

Warburg considère que, dans l'organisme, l'oxydation des composés organiques s'effectue par une activation de l'oxygène. « La respiration est un phénomène de surface catalysé par le fer ». Le mécanisme de l'activation de l'oxygène peut se concevoir par la formation d'un peroxyde intermédiaire instable.

Pour *Wieland*, beaucoup de phénomènes d'oxydations biologiques s'accomplissent par déshydrogénation. Les catalyseurs n'activeraient pas l'oxygène mais plutôt certains atomes d'hydrogène qui se fixeraient alors sur des accepteurs. Les réactions d'oxydations qui s'accomplissent à l'abri de l'air, en condition de vie anaérobie, nécessitent, parallèlement, une réaction d'hydrogénation et il y a simultanément, dans le milieu, oxydation et réduction.

Quels sont les agents catalytiques dont la présence dans la cellule nous permet de comprendre les activations moléculaires qui réalisent la respiration intracellulaire ?

Warburg a montré l'importance des surfaces dans les phénomènes de la respiration mais il considère que l'agent catalytique actif est le fer.

Les recherches de *Perrin* et de *Girard* permettent de concevoir la possibilité d'une véritable activation moléculaire au niveau des surfaces. D'autre part, on sait qu'il est possible d'extraire des cellules diverses diastases qui accélèrent les oxydations *in vitro*.

L'existence de ces divers agents catalyseurs : surfaces actives, fer, oxydases et déshydrases, ne nous permet cependant pas de comprendre tous les phénomènes de la respiration intracellulaire.

En particulier, le pouvoir réducteur des tissus vis-à-vis de certaines substances comme le bleu de méthylène présente une thermostabilité qui ne peut se concevoir par le mécanisme d'une action diastasique.

On s'explique ainsi qu'une série de recherches aient été faites pour essayer de découvrir, dans les tissus, les substances capables de jouer un rôle dans la respiration.

***

En 1888, *de Rey-Pailhade*, reprenant des expériences de *J.-B. Dumas*, montre que les cellules de levure de bière ont la propriété de transformer le soufre en hydrogène sulfuré. L'auteur retrouve cette propriété dans de nombreux tissus; or, les tissus qui produisent le plus d'hydrogène sulfuré sont précisément ceux qui consomment le plus d'oxygène libre. Il apparaît ainsi un lien entre les deux phénomènes et *de Rey-Pailhade*, qui appelle philothion la substance des tissus responsable de la formation de l'hydrogène sulfuré, attribue à cette substance un rôle important dans les phénomènes de la respiration.

Heffter (1908), étudiant les conditions de la réaction réversible :

$$\text{Cystéine} \underset{\longrightarrow}{\longleftarrow} \text{cystine}$$

montre que le milieu où cette réaction s'effectue se trouve être, corrélativement, le siège d'une oxydo-réduction :

$$\begin{matrix} R{-}SH \\ R{-}SH \end{matrix} + O \underset{\longleftarrow}{\longrightarrow} \begin{matrix} R{-}S \\ | \\ R{-}S \end{matrix} + H_2O$$

Ainsi, les substances qui, comme la cystéine, possèdent dans leur constitution moléculaire le groupe (— SH) libre, peuvent, par les réactions réversibles que leur confère ce groupement, jouer un rôle important dans la respiration.

F. G. Hopkins (1921), fait remarquer qu'aucune preuve expérimentale n'a été apportée concernant l'existence soit de la cystéine libre dans les cellules, soit d'aucune autre substance, possédant le groupement (SH —) libre et susceptible de jouer un rôle dans la respiration cellulaire. L'auteur a cherché à retirer des tissus une semblable substance, il a eu le grand mérite d'extraire de la levure de bière, puis des muscles et du foie des mammifères, un dipeptide, le glutathion, qui est une combinaison d'une molécule d'acide glutanique avec une molécule de cystéine.

Ce dipeptide, qui renferme dans sa molécule le groupe (SH —) est le glutathion réduit. Il peut, par oxydation, donner un disulfure, le glutathion oxydé. Les deux formes du glutathion ont été isolées et leurs constantes physiques précisées. Les recherches de *Quastel, Stewart* et *Tunnicliffe* (1923) ont complété les travaux de *Hopkins,* au point de vue de la constitution moléculaire et les formules chimiques des deux formes sont aujourd'hui parfaitement connues.

La forme oxydée peut, par réduction, donner la forme glutathion réduit et, si on représente, conformément à l'abréviation de *Hopkins,* le glutathion réduit par G—SH, on peut écrire la réaction réversible suivante :

$$\begin{matrix} G{-}SH \\ G{-}SH \end{matrix} + O \underset{\longleftarrow}{\longrightarrow} \begin{matrix} G{-}S \\ G{-}S \end{matrix} + H_2O,$$

Grâce à cette qualité chimique, le glutathion peut jouer le rôle d'un catalyseur d'oxydation. Effectivement, on peut constater que *in vitro,* le glutathion provoque l'oxydation de certains protides en milieu neutre ou légèrement alcalin, ce qui est précisément le cas réalisé par les tissus *in vivo.* Il est également capable de catalyser activement l'oxydation des acides gras non saturés, que ces derniers se trouvent à l'état de glycérides ou de combinaisons du type lécithine.

Les rapports entre le glutathion et les constantes cellulaires, pH et rH, confirment la conception d'un rôle de cette substance dans la respiration.

Hopkins (1921), *Dixon* et *Tunnicliffe* (1922) et *Tunnicliffe* (1925) ont étudié les conditions de réversibilité de la réaction :

$$\begin{matrix} G{-}SH \\ G{-}SH \end{matrix} + O \underset{\longleftarrow}{\longrightarrow} \begin{matrix} G{-}S \\ | \\ G{-}S \end{matrix} + H_2O$$

en fonction des variations du pH. Le mécanisme de cette réversibilité se trouve précisément être réalisé dans les conditions les plus favorables au pH=7, c'est-à-dire à un pH voisin de celui des cellules vivantes.

La valeur du potentiel d'oxydation-réduction, rH, intracellulaire est, évidemment, un des facteurs importants de la respiration; nous avons cherché à établir les rapports qui pouvaient exister entre la valeur du rH intracellulaire et la teneur en glutathion. L'étude de tissus très divers nous a donné les conclusions suivantes.

Que l'on compare les organes d'une même espèce, ou les tissus d'un même organe, ou enfin les diverses parties d'une même cellule, on arrive toujours à ce résultat : à une valeur de rH plus faible, correspond une teneur en glutathion plus élevée.

D'autre part, quand on provoque expérimentalement la disparition partielle du glutathion d'un tissu, on constate corrélativement une augmentation de la valeur du rH des cellules de ce tissu. Ainsi le glutathion est bien un facteur important de la valeur du rH.

La respiration intracellulaire est un phénomène très général, la répartition du glutathion dans les tissus doit présenter une grande généralité; effectivement, cette substance a été trouvée dans les tissus et les organismes les plus divers, tant dans le règne végétal que dans le règne animal.

Dans une série de recherches, *Blanchetière* et *Binet* ont déterminé la teneur en glutathion des diverses sortes de tissus, les glandes présentent une teneur élevée en dipeptide et les résultats des auteurs sont en accord avec la notion du rôle spécifique que doit jouer le glutathion dans les oxydations intraorganiques. L'étude de l'influence du régime alimentaire montre, que la grande constance de teneur en dipeptide réduit, paraît être en rapport avec un phénomène basal de la nutrition des tissus.

*
**

Le rôle du glutathion dans la respiration intracellulaire étant ainsi démontré par l'ensemble des faits que nous venons d'exposer, un problème de morphologie cytologique se pose sur la place du glutathion dans la cellule. Quels sont les rapports

de cette substance avec les constituants cellulaires ? S'il y a une localisation précise du glutathion dans la cellule, quelle en est la généralité et quelle peut en être la signification ?

Les Grégarines présentent au cours de leur évolution une série de dispositions différentes du glutathion. Les recherches que nous avons faites sur deux espèces. *Steinina Ovalis* et *Gregarina Polymorpha* nous ont donné les résultats suivants. Il existe un parallélisme remarquable, aux diverses phases de l'évolution, entre la teneur en glutathion dans les différentes régions d'une Grégarine et la distribution du chondriome; les zones cytoplasmiques dépourvues de chondriome ne donnent pas la réaction du glutathion, celles où les éléments du chondriome sont peu abondants donnent une réaction faible et celles où le chondriome est le plus abondant donnent une réaction plus forte.

Une étude plus attentive de la réaction montre en outre, que les images données par les réactifs du glutathion sont exactement superposables aux figures que donnent les préparations mitochondriales.

Cette analogie entre les images mitochondriales et les images données par le glutathion, ayant pu être constatée dans une autre espèce de Grégarine et dans une Coccidie, on peut en conclure que, dans le groupe des Sporozoaires, le chondriome est le support du glutathion.

Ce caractère du chondriome n'est pas particulier au groupe des Sporozoaires et nous l'avons retrouvé dans les cellules les plus diverses appartenant à des groupes très différents : Vertébrés, Mollusques, Champignons, Phanérogames. A cette liste, il convient d'ailleurs d'ajouter le groupe des Vers puisque *Giroud* (1928) a confirmé nos conclusions en montrant que dans les cellules intestinales de *Ascaris canis*, le chondriome fixe le glutathion.

Nous avons voulu voir si les modifications expérimentales imposées au chondriome avaient une répercussion sur le glutathion. Diverses expériences sur le foie des Batraciens nous ont montré que la dislocation et la destruction des éléments du chondriome, entraînent corrélativement la disparition de la réaction du glutathion dans les cellules traitées.

Cependant si le caractère du chondriome d'être le support du glutathion semble bien être un caractère général il n'est pas absolument nécessaire. *Giroud* et *Bulliard* (1928) nous montrent, en effet, que, dans l'épiderme, la répartition du glutathion est l'inverse de celle du chondriome et que le dipeptide de l'épiderme est la source des groupements sulfurés fixes de la kératine.

La proposition : « le chondriome est le support du glutathion » n'épuise donc pas le problème cytologique du glutathion. Il est possible que la spécialisation d'un tissu entraîne des modifications dans les rapports des constituants des cellules de ce tissu, modifications d'autant plus profondes que la spécialisation cellulaire est elle-même plus prononcée. Nous devons donc tenir compte de la perturbation que l'adaptation particulière de la cellule apporte à sa physiologie propre pour interpréter convenablement la signification des constituants de cette cellule.

Dans des types cellulaires ayant atteint un aussi haut degré de différenciation que les cellules du cristallin ou celles des poils, le glutathion ne semble plus avoir la même signification physiologique que celle qu'il possède dans la cellule du Protozoaire ou dans la cellule hépatique.

Quand on envisage le rôle que peut jouer le glutathion dans une fonction aussi générale que celle de la respiration intracellulaire, il est logique de prendre tout d'abord comme matériel de recherches, des types cellulaires non spécialisés. C'est pour cette raison que nos recherches ont tout d'abord porté sur les Protozoaires. Or, pendant tout au moins la plus grande partie de sa vie, aux divers stades de son évolution, la Grégarine présente un chondriome qui, malgré les modifications morphologiques qu'il éprouve, conserve le caractère d'être le support du glutathion. Ce caractère s'est retrouvé dans les cellules des groupes les plus divers.

Une étude complète de la question demanderait l'examen de tous les types cellulaires dans leurs diverses modalités tant physiologiques ou pathologiques qu'histologiques. Nous verrions alors probablement dans quelle mesure les rapports intimes entre le glutathion et le chondriome se conservent malgré les diverses modalités de la spécialisation cellulaire; pourquoi, dans certains cas, l'évolution de ces deux éléments cesse d'être parallèle et quelle est la signification de cette rupture.

Sans attendre toutefois les résultats de ces recherches, nous pouvons conclure de l'exposé précédent que le caractère du chondriome d'être le support du glutathion se présente avec une assez grande généralité pour que l'énoncé de cette notion puisse être considéré comme une première étape dans l'étude cytologique du glutathion [1].

Ph. Joyet-Lavergne,
Professeur au lycée Condorcet.

1. Le lecteur qui désirerait connaître la bibliographie de la question pourrait consulter les publications suivantes : *Joyet-Lavergne* :

1° La recherche qualitative du glutathion *(Bull. histologie appliquée...* t. V, p. 331, 1928) et 2° « Chondriome et Glutathion. (*Protoplasma*, t. VI, p. 84, 1929).

LES RÉACTIONS PHOTOTROPIQUES DES PLANTES ET LA LOI DE BUNSEN-ROSCOE

Facteur caractéristique du milieu, tantôt stimulatrice, tantôt destructrice de la vie, jamais indifférente à l'équilibre vital, la lumière agit de façon diverse sur tous les organismes. A l'action dissymétrique de la lumière, une foule d'êtres vivants, tant animaux que plantes, réagissent par des mouvements d'orientation. Les mouvements phototropiques, par lesquels le corps tout entier ou les parties mobiles de l'organisme prennent, par rapport à la ligne d'action de la lumière, une direction déterminée, s'exécutent le plus souvent avec une régularité, une précision telles qu'ils semblent témoigner de l'assujettissement rigoureux des êtres qui les accomplissent à la force extérieure qui les a provoqués. La théorie lœbienne des tropismes n'est-elle pas née précisément de l'étude des réactions phototropiques des plantes et des animaux, et de leur rapprochement? L'étude quantitative, à laquelle les réactions phototropiques se prêtent, a tenté bon nombre de chercheurs préoccupés d'établir les lois de l'excitation par la lumière. Les premiers résultats obtenus sur ce point en physiologie végétale datent d'il y a vingt ans. Qu'a-t-on fait depuis lors? Où en sommes-nous aujourd'hui? C'est ce que nous nous proposons d'examiner.

Les mouvements phototropiques (1) des plantes supérieures consistent en courbures, réalisées le plus souvent par le jeu de la croissance, moins fréquemment par le jeu de la turgescence d'organes spécialisés, les renflements moteurs. Par convention, on parle de courbure phototropique positive ou négative, selon que l'organe réagissant tourne vers la source de lumière sa concavité ou sa convexité.

Pour déceler le mécanisme de ces mouvements, on s'est adressé à des objets qui se prêtent à des expériences quantitatives, en laboratoire. La plupart des observations ont été faites sur des plantules cultivées à l'obscurité ou en lumière uniforme. Objet classique pour l'étude des tropismes végétaux, la plantule d'avoine mériterait d'être appelée la grenouille des botanistes.

Si l'on expose à la lumière d'une source de faible intensité, agissant unilatéralement, une plantule étiolée d'avoine, on observe bientôt une légère asymétrie du sommet, puis une courbure se dessine qui, de proche en proche, gagne la base de la coléoptile. Si le temps d'exposition se prolonge, la plantule prend finalement une direction oblique, résultante des actions phototropique et géotropique. Si la lumière agit seulement pendant un temps limité, on observe une courbure comme effet subséquent, puis la plantule se redresse sous l'action du géotropisme et reprend, tout en s'allongeant, la direction verticale. C'est un cas typique de courbure phototropique positive.

L'observation qualitative avait montré que la réaction peut ne pas se produire du tout ou même changer de sens, suivant l'intensité et la durée de l'éclairement; qu'une plante qui a déjà été exposée à la lumière réagit autrement que si elle en subit l'action pour la première fois. Que l'action de la lumière s'exerce différemment suivant son intensité et sa durée, qu'entre certaines limites au moins son effet croisse avec chacun de ces facteurs, cela paraissait évident; il restait à le vérifier. Une première tâche s'imposait aux physiologistes : établir les lois de variation de l'effet phototropique en fonction de l'intensité et du temps d'action de la lumière (2). S'inspirant de la physiologie des sensations, plusieurs auteurs se sont proposé de déterminer, pour les différentes intensités, le seuil relatif de durée (temps de présentation), soit le temps d'exposition minimum nécessaire pour obtenir, avec une intensité donnée, un effet minimum; corrélativement, de déterminer le seuil absolu d'intensité, autrement dit la limite inférieure de l'intensité, au-dessous de laquelle, si prolongée que soit son action, la lumière resterait sans effet; le seuil absolu de durée, c'est-à-dire le temps d'action minimum nécessaire pour obtenir un effet perceptible d'une intensité si grande soit-elle. L'examen de cette question a conduit simultanément (1908-1909) FRÖSCHEL (3) (Vienne) et BLAAUW (4) (Utrecht) à l'énoncé de la loi dite loi « hyperbolique » ou du « produit »

1. Comme il est d'usage en botanique, nous distinguons entre phototropisme (organismes fixés) et phototactisme (organismes libres).

2. Nous n'aborderons pas ici les deux questions de la variation de l'effet phototropique en fonction de la longueur d'onde et en fonction de la disposition (Stimmung). Dans ce qui suit, il s'agit toujours, bien entendu, de la comparaison d'effets phototropiques obtenus dans les mêmes conditions, en particulier avec des sources de lumière comparables au point de vue des longueurs d'onde et des organismes soumis au même traitement antérieur.

3. FRÖSCHEL : Uutersuchungen über die heliotropische Präsentationszeit. Sitz. b. K. Akad., Wiss., Wien, CXVII (1908), cit. p. 256 et CXVIII (1909).

4. BLAAUW : Die Perzeption des Lichtes. Rec. d. Trav. bot. néerl. V (1909), cit. p. 30. Recherches et théories sur la sensibilité physiologique. Arch. Musée Teyler, Ser. III, v. III, 1915.

(Hyperbel =, Produktgesetz), qui marque une étape importante dans l'étude des réactions phototropiques.

Soit I l'intensité et t le temps d'action d'une lumière de qualité donnée, R, l'effet phototropique. La loi de Fröschel et Blaauw peut se formuler :

$$R = F(I \times t) = F(Q),$$

le produit $I \times t$ n'étant en effet pas autre chose que la quantité de lumière Q reçue, normalement aux rayons, par l'unité de surface de l'objet éclairée; ou encore : le produit $I \times t$, correspondant à un effet R donné, est une constante.

Fröschel, qui expérimentait sur des plantules d'*Avena* et de *Lepidium*, énonçait la loi en ces termes : « Pour obtenir avec des intensités différentes une réaction phototropique juste perceptible (seuil de réaction), il faut que le produit de l'intensité par le temps d'exposition soit constant ». Blaauw tirait de ses expériences sur l'*Avena* et un champignon, le *Phycomyces nitens*, cette conclusion : « La plante perçoit seulement la quantité d'énergie; l'intensité et le temps d'action ne sont rien de plus que les facteurs de la quantité d'énergie ». Selon Blaauw, le seuil de réaction correspondait à l'application de 20 bougies H-mètres-secondes, produit dont la constance se vérifiait jusqu'à 1/1000 de seconde et 0,0002 bougies H-mètres. L'année suivante, Fröschel, dans un nouveau mémoire, confirmait ces résultats et portait la limite d'observation à 1/2000 de seconde, sans rencontrer le seuil absolu de durée, dont pourtant le caractère même des phénomènes physiologiques lui paraissait impliquer l'existence.

Coïncidence remarquable, Nathansohn et Pringsheim (5) avaient observé, en 1908, dans des expériences nombreuses sur des plantes appartenant à cinq espèces différentes, que la lumière intermittente agit, à durée égale, de la même façon que la lumière continue; autrement dit, ils obtenaient une compensation des effets phototropiques opposés dans une plantule placée entre une source continue et une source intermittente de façon à recevoir de chacune d'elles, pendant la période t la même quantité de lumière : $Q = I \times t = k.I \times t/k$. Des écarts appréciables s'observaient seulement quand le rapport des intervalles de lumière et d'obscurité s'abaissait à 1/16.

Importante par elle-même, la loi de Fröschel et Blaauw l'était plus encore par les rapprochements qu'elle autorisait. Blaauw faisait immédiatement remarquer son identité avec la loi connue en physiologie humaine sous le nom de loi de Bloch, de même que la loi de Talbot exprime, pour les réactions visuelles, la relation établie par Nathansohn et Pringsheim pour les réactions phototropiques. Mais préoccupé qu'il était de trouver une explication photochimique de ces réactions, Blaauw insistait davantage sur l'identité de la loi découverte avec la loi photochimique de Bunsen-Roscoe, dans laquelle il voulait voir plus qu'une identité de forme. Rapprochant les réactions phototropiques du noircissement et de la solarisation des plaques photographiques, il réussissait à en expliquer, de façon satisfaisante, diverses particularités.

Autre coïncidence, Mme Rutten-Pekelharing (Utrecht) (6) et Maillefer (7) (Lausanne) formulaient indépendamment l'un de l'autre, en 1909 aussi, une loi du « produit » pour les réactions géotropiques, où l'accélération de masse remplace l'intensité d'éclairement (plantes exposées à l'action de forces centrifuges variables ou à celle de la pesanteur sous différents angles). Des résultats antérieurs de Fitting (8) (1904) sur l'excitation géotropique intermittente, comme de ceux de Bach (9) (1907), on aurait pu d'ailleurs déduire déjà la même loi.

Frappé de ces concordances, auxquelles s'en ajoutaient d'autres encore, tirées de divers chapitres de la physiologie de l'excitation, Fröschel non seulement se croyait autorisé à « tenir pour entièrement démontré que, dans le règne animal comme dans le règne végétal, l'excitation par la lumière obéit à la loi hyperbolique », mais encore voulait y voir l'expression d'une loi générale de l'excitation qu'il proposait de formuler en ces termes : « la grandeur de l'excitation provoquée par n'importe quel excitant agissant sur un organe excitable, est fonction seulement de la quantité d'énergie qui provoque l'excitation (9 *bis*) ». C'est sous cet aspect que la loi établie par Fröschel et Blaauw (Reizmengengesetz) a paru la plus intéressante à nombre de botanistes qui, en raison même de sa généralité et parce qu'elle paraissait régir d'autres réactions, telles le géotropisme, pour lesquelles une explication par des phénomènes chimiques ne se présente pas immédiatement, se sont refusés à l'assimiler sans plus avec Blaauw à la loi de Bunsen-Roscoe.

5. Nathansohn et Pringsheim : Über die Summation intermittierender Litchtreize. Jahrb. f. wiss. Bot., 45, 1908.

6. Mme Rutten-Pekelharing : Onderzoekingen omtrent de betrekking tusschen praesentatietijd en grotte van den prikkel bij geotropische Krommingen. Proc. K. Akad. v. Wet., Amsterdam, 1909.

7. Maillefer : Etude sur le géotropisme. Bull. Soc Vaud. Sc. nat., XLV, 1909. — Nouvelle étude expérimentale du géotropisme et essai d'une théorie mathématique de ce phénomène. Ibid., XLVIII, 1912.

8. Fitting : Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang. Jahrb. f. wiss. Bot., 41, 1904.

9. Bach : Über dis Abhängigkeit der geotropischen Präsentationszeit und Reaktionszeit von verschiedenen aussen Faktoren. Jahrb. f. wiss. Bot., 44, 1907.

9 *bis*. Sitzb. K. Akad. Wiss., Wien, CXVIII (1909), p. 1.256.

***

Selon le « Reizmengengesetz », à des quantités d'énergie égales correspondent des excitations égales. Cette loi ne peut, de toute évidence, s'appliquer qu'entre certaines limites. Quelles sont-elles pour le phototropisme ?

Des expériences de HAGEM (10) (1911) montrent que les courbures phototropiques de plantules (*Avena, Vicia*) exposées à deux sources de lumière simultanément vérifient en direction, et même semblerait-il en grandeur, la règle du parallélogramme des forces. Autrement dit, là encore la réaction dépend de la quantité d'énergie lumineuse, variable avec l'incidence, qui tombe sur la plantule. En 1915, ARISZ (11) (Utrecht), dans une étude quantitative méthodique des courbures phototropiques de l'avoine, reprend la question de la loi de Fröschel et Blaauw. Il en étend et en délimite à la fois le domaine d'application. Il l'étend, par sa remarque fort juste que le « seuil de réaction », selon ces deux auteurs la courbure « juste appréciable », varie avec le pouvoir grossissant de l'instrument d'observation. La loi énoncée comme valable pour le « seuil de réaction » l'est donc en fait pour une courbure déterminée arbitraire; il serait étrange qu'elle le soit pour celle-là seulement. Mesurant les courbures provoquées par différentes intensités lumineuses agissant pendant des temps variables, Arisz trouve que pour des quantités de lumière croissantes on obtient d'abord des courbures positives croissantes (première courbure positive) : la courbure, d'abord proportionnelle à la quantité de lumière, croît ensuite plus lentement, puis décroît et finalement change de sens (courbure négative); la quantité de lumière appliquée croissant encore, l'effet négatif décroît à son tour et l'on atteint un nouveau domaine de courbures positives (deuxième courbure positive) beaucoup plus étendu que le premier. Arisz trouve que la loi du « produit » s'applique à tout le domaine de première courbure positive; il montre en outre que l'apparition de courbures négatives est liée elle aussi à l'application d'une quantité de lumière déterminée (environ 4.000 bougies-mètres-secondes), sous la seule réserve que cette quantité soit appliquée en moins de 25 minutes, faute de quoi on n'observe plus que des réactions positives.

Pendant une dizaine d'années, la plupart des auteurs qui étudient le phototropisme des plantes confirment l'exactitude de la loi de Fröschel et Blaauw ou ne songent même pas à la mettre en doute. Quand BLAAUW (12) expose, en 1915, sa théorie du phototropisme, fondée sur la découverte qu'il vient de faire de la « photoréaction de la croissance » (Lichtwachstumsreaktion), variation du rythme de la croissance consécutive à l'action d'un éclairement symétrique, il juge inutile de vérifier, tant la chose lui paraît aller de soi, que la même loi s'applique aux réactions de ce type-là aussi bien qu'aux réactions phototropiques elles-mêmes; sa théorie consiste précisément à expliquer la courbure phototropique par l'addition algébrique des photoréactions de croissance induites sur les faces opposées, inégalement éclairées, de l'organe. Les différentes méthodes appliquées à la vérification de la théorie de Blaauw, qui fait l'objet de nombreux travaux, reposent sur la comparaison de réactions de croissance rapportées à l'action de quantités de lumière déterminées; pourtant il est juste de remarquer qu'on néglige rarement, d'en indiquer la composition en temps d'exposition et intensité. L'étude mathématique des courbures phototropiques publiée par van de SANDE BAKHUYSEN (13) (1919) part de la double hypothèse de la validité de la loi de Fröschel et Blaauw pour la photoréaction de la croissance et de l'exactitude de la théorie de Blaauw. Reprenant au laboratoire d'Utrecht l'étude des courbures phototropiques, KONINGSBERGER (14) (1922) constate que ses observations vérifient la théorie de Blaauw, si on les interprète en appliquant la loi du « produit » et la loi de proportionnalité de l'effet phototropique à la quantité de lumière, dans les limites fixées par Arisz. D'autre part, von GUTTENBERG (15) (1922) établit que l'effet phototropique dépend non seulement de l'intensité et du temps d'exposition, mais aussi, conformément à l'idée que seule la quantité de lumière intervient, de la surface éclairée. Contrairement à l'opinion autrefois répandue, la lumière oblique n'a en soi aucun pouvoir irritant spécial; elle agit proportionnellement à l'éclairement qu'elle produit.

Par ailleurs, VOGT (16) (1915) vérifie, avec une

10. HAGEM : Uber die resultierende phototropische Lage bei zweiseitiger Beleuchtung. Bergens Mus. Aarbok, 3, 1911. (Sur la même question, voir aussi PRINGSHEIM, Untersuchungen über das Weberche und das Resultantengesetz beim Phototropismus. Zeitschr. f. Bot., 18, 1925).
11. ARISZ : Untersuchungen über den Phototropismus. Rec. d. Trav. bot. néerl., XII, 1914, 1915.
12. BLAAUW : Licht und Wachstum, I et II. Zeitschr. f. Bot., 6 (1914), 7 (1915). III, Mededeelingen v. de Landbouwhoogeschool Wageningen, Deel XV, 1918.
13. VAN DE SANDE BAKHUYSEN : Photo-growth reaction and disposition to light in *Avena Sativa*. Proc. K. Akad. v. Wet., Amsterdam XXII, 1, 1919.
14. KONINGSBERGER : Tropismus und Wachstum. Rec. d. Trav. bot. néerl., XIX, 1922.
15. VON GUTTENBERG : Studien über den Phototropismus der Pflanzen Beitr. z. allgem. Bot., 2. 1922.
16. VOGT : Uber den Einfluss des Lichtes auf das Wachstum der Koleoptile von *Arena sativa*. Zeitschr. f. Bot., VII. 1915.

approximation très satisfaisante dans cet ordre de déterminations, où il faut toujours compter avec une forte variabilité individuelle, que l'effet total de l'éclairement sur la croissance, mesuré par la longueur réduite de plantules exposées à la lumière, comparées à des témoins maintenus à l'obscurité, obéit aussi à la loi du « produit ». Les observations de Sierp (17) (1918) sur les photoréactions de croissance sont également en accord avec elle. Enfin, Trumpf (18) (1922) constate que l'éclairage intermittent produit le même degré d'étiolement, qu'on applique la lumière sous forte intensité pendant des temps courts ou sous faible intensité pendant des temps plus longs.

La même loi se retrouve enfin dans l'étude de réactions ayant des rapports directs ou lointains avec le phototropisme. En 1910, Tröndle (19) a constaté l'existence d'une photoréaction de la perméabilité cellulaire et établi que dans ce cas aussi la réaction est fonction de la quantité d'énergie appliquée. D'expériences intéressantes sur la composition d'inductions géotropiques et phototropiques simultanées, parallèles ou opposées, Sperlich (20) (1915) a conclu que la répartition en intensité et temps de la quantité de lumière est sans importance, que seule la quantité de lumière est déterminante de l'effet observé. Tandis que Linsbauer (21) (1908) a montré que la loi de Bunsen-Roscoe régit la formation des anthocyanes, Lakhsmana Rao (22) (1925) constate que la même loi s'applique, il est vrai entre des limites resserrées de la température, à l'influence de la lumière sur la germination.

Enfin, le champ d'application de la loi de Bunsen-Roscoe paraît s'étendre jusqu'aux limites possibles quand Loeb et ses collaborateurs reconnaissent qu'elle régit les mouvements phototropiques des Invertébrés aussi bien que ceux des plantes. Expériences d'Ewald (23) (1913) sur des daphnies, de Patten (24) (1914) sur les larves de mouches, de Loeb et Northrop (25) (1917, 1923), sur des balanes et des limules — dans lesquelles on observe l'orientation que prend l'animal sous l'action simultanée des deux quantités de lumière dont on veut comparer les effets — toutes se résument en cette conclusion conforme à la fois à la loi de Bunsen-Roscoe et à la théorie loebienne du phototropisme : « L'orientation des animaux sous l'influence de la lumière est telle que le produit $I \times t \times \cos \alpha$ est le même pour les deux éléments photosensibles symétriques de l'animal ». Rappelons enfin d'autres expériences de Loeb et Wasteneys (26) (1917), entièrement comparables celles-là aux expériences de Fröschel et Blaauw, puisqu'il s'agit des courbures phototropiques de polypes d'*Eudendrium* exposés à des quantités de lumière variables en intensité et en durée (courbures observées comme effets subséquents à l'obscurité et mesurées par le nombre d'individus ayant réagi positivement à un moment donné), qui confirment elles aussi les prévisions exprimées en plus d'un endroit par le chef d'école dans la *Conception mécanique de la Vie* (27) : « Cet instinct aveugle, auquel les animaux doivent obéir bien qu'il puisse leur en coûter la vie, pourrait bien être expliqué par la même loi de Bunsen-Roscoe, qui explique dans la nature inanimée les effets photochimiques ».

Après les réactions rétiniennes, les réactions phototropiques des végétaux, puis celles des animaux sont venues successivement se ranger dans le cadre de la loi de Bunsen-Roscoe. A considérer l'ensemble des travaux cités et leurs conclusions convergentes, il semblerait qu'on ne puisse plus douter que la loi fondamentale de la photochimie soit aussi la loi générale de l'excitation

17. Sierp : Ein Beitrag zur Kenntnis des Einflusses des Lichtes auf das Wachstum der Koleoptile von *Avena sativa*. Zeitschr. f. Bot., X, 1918.

18. Trumpf : Auszug aus der Diss. Hamburg, 1922. (Cité d'après Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie, II, 1923. p. 53).

19. Tröndle : Der Einfluss des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Jahrb. f. wiss. Bot., 48, 1910.
(La formule de Tröndle, $I\ (T - k) = I'\ (T' - k)$, qui exprime une relation entre l'intensité lumineuse I, le temps de réaction T et une constante k — temps de latence — est une forme généralisée de la relation $I.\ t = I'.t' =$ cte, qui lie l'intensité au temps de présentation. Il convient de remarquer que Tröndle déduit de l'intervention de la constante k que le processus n'est pas de nature purement photochimique.)

20. Sperlich : Gesetzmässigkeiten im kompensierenden Verhalten parallel und gegensinnig wirkender Licht = und Massenimpulse. Jahrb. f. wiss. Bot., Pfeffer-Festschrift, 1915.

21. Linsbauer : Über photochemische Induktion bei der Anthocyanbildung. Wiesner-Festschrift. Wien, 1908 (Cité d'après Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie, II, 1923, p. 463.

22. Lakhsmana Rao : Quantitative Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes über die Samenkeimung von *Lythrum Salicaria*. Jahrb. f. wiss. Bot., 64, 1925.

23. Ewald : Science, 38. 1914. (Cité d'après Loeb et Northrop).

24. Patten : Journal of exp. Zoology, 17, 1914. (Cité d'après Loeb et Northrop).

25. Loeb et Northrop : Heliotropic animals as photometers on the basis of the validity of the Bunsen-Roscoe law for heliotropic reactions. — Proceed. Nat. Acad. of. Sc., Washington, 9, 1917. The photochemical basis of animal heliotropism. Journ. of gen. Physiolo. 5. 1923. Cit. p. 591.

26. Loeb et Wasteneys : A reexamination of the applicability of the Bunsen-Roscoe law to the phenomena of anima heliotropism Journ. of exp. Zool., 1917.

27. Loeb : La Conception mécanique de la Vie, trad. H. Mouton. 4e ed. Nlle Coll. Scient. Cit p. 35.
(On trouvera une critique de la théorie loebienne des tropismes et une bibliographie très étendue, en particulier du phototropisme, dans Manquat : Sur la théorie des tropismes dans le comportement animal. Thèse, Nancy. 1921.)

par la lumière. Pourtant, des difficultés surgissent dès que, poussant plus loin l'analyse du phototropisme, on cherche à ramener à cette loi simple les réactions plus complexes, et l'on peut se demander si la base expérimentale de cette généralisation n'est pas plus étendue que solide.

*
**

Revenant à l'objet spécial de notre étude, nous constatons que les botanistes ne sont pas d'accord sur les limites entre lesquelles la loi de Bunsen-Roscoe serait applicable. En opposition avec Arisz, CLARK (28) (1913), BREMEKAMP (29) (1918) et PISEK (30) (1926) affirment qu'elle n'est plus valable dans le domaine des courbures négatives (4.000 bougies-mètres-secondes et au delà). « La loi du produit, dit Bremekamp, n'est valable ni pour la courbure antiphototropique (négative), ni pour la seconde courbure positive. Dans ces deux cas le facteur temps est de la plus haute importance ». De nouvelles observations sur les photoréactions de croissance permettent à KONINGSBERGER (31) de préciser les limites de validité de la loi : « Pour des éclairements durant 24 minutes et au delà, l'intensité est déterminante de la grandeur de la réaction; la loi dite « des quantités d'excitant » n'est valable que pour des éclairements de plus courte durée ».

Dans un mémoire sur la disposition héliotropique et le temps de présentation, PRINGSHEIM (32) (1909) expose une théorie de l'excitation phototropique qui le conduit à ne voir dans le « Reizmengengesetz » qu'une expression approchée, « si exactement que l'expérience paraisse la vérifier ». Si ses expériences antérieures sur l'excitation intermittente vérifient cette loi, c'est que les écarts prévus par la théorie sont trop petits pour être décelés expérimentalement. Arisz, qui ne perd pas de vue les données de l'observation et se garde de toute spéculation aventureuse, ne considère nullement comme décisifs les résultats de Fröschel et Blaauw et remarque que pour différentes raisons il ne paraît pas probable que le même degré de courbure phototropique puisse être obtenu indifféremment suivant qu'on applique une même quantité de lumière en un temps court ou en un temps long. S'il constate que la loi se trouve vérifiée, il s'en étonne, de même que Fröschel s'étonnait de pouvoir abaisser à un deux-millième de seconde le temps d'exposition sans rencontrer un seuil de durée. Et comment concilier l'hypothèse de Bremekamp, que la sensibilité à la lumière varie, au cours même de l'exposition, en fonction de la quantité de lumière déjà reçue, avec une loi qui implique l'équivalence des effets de quantités de lumière égales, appliquées en des temps qui peuvent être extrêmement différents? Qui ne s'étonnera à son tour à l'idée qu'un éclair brillant produise sur la plante le même effet qu'un lumignon dans l'espace de plusieurs heures?

Bien plus, les mêmes analogies qui quelques années auparavant donnaient plus de poids aux résultats sur la base desquels Fröschel et Blaauw ont énoncé la loi du « produit » ne vont-elles pas maintenant donner raison à leurs contradicteurs? En physiologie humaine (33), la loi de BLOCH a été remplacée par la loi de Blondel et Rey ($I \times t = a + bt$), reconnue à son tour trop simple pour exprimer, dans un domaine étendu, l'excitation rétinienne en fonction de l'intensité et du temps d'exposition. En physiologie animale, OBRESHKOVE (34) (1921), constate sans doute que les réactions des têtards de *Rana clamitans* à la lumière sont régies par la loi de Bunsen-Roscoe, mais il en reconnaît en même temps la validité limitée. Selon HECHT (35) (1921), le temps de réaction du *Mya arenaria* s'exprime en fonction de l'intensité de la lumière et du temps d'exposition par une formule où ces deux facteurs ne sont pas équivalents ($E = kt.\log. I$). D'ailleurs, même en photochimie la loi de Bunsen-Roscoe n'a qu'une validité limitée et souffre des exceptions, et tandis que les physiologistes se fondent sur la constatation que la loi de Bunsen-Roscoe s'applique aux réactions des tissus photosensibles pour rapprocher ces dernières du noircissement des plaques au bromure d'argent, SCHWARZSCHILD (36) a déjà proposé depuis quelques années de remplacer, pour cette réaction-là, l'expression de Bunsen-Roscoe trop inexacte par l'expression plus générale : $I \times tp$=constante, où p, voisin mais différent de un, est caractéristique de chaque plaque.

Dans un article de la *Revue Générale des Sciences*, en 1920, PIÉRON (33) résume la situation en

28. CLARK : Uber negativen Phototropismus bei *Avena sativa*. Zeitschr. f. Bot., V, 1913.
29. BREMEKAMP : Theorie des Phototropismus. Rec. d. Trav. bot. néerl., XV, 1918. Cit. p. 184.
30. PISEK : Untersuchungen über den Autotropismus der Haferkoleoptile bei Lichtkrümmung, über Reizleitung und dem Zusammenhang von Lichtwachstumsreaktion und Phototropismus. Jahr. f. wiss. Bot., 65, 1926.
31. KONINGSBERGER : Lichtintensität und Lichtempfindlichkeit. Rec. d. Trav. bot. néerl , XX, 1923. Cit. p. 283.
32. PRINGSHEIM : Studien zur heliotropischen Stimmung und Präsentationszeit, Halle-a-S., 1909. Cit. p. 132.
33. Voir PIÉRON : Des principes physiologiques qui doivent présider à toute étude de la lumière, Rev. gen. d. Sc., 1920.
34. OBRESHKOVE : The photic reactions of tadpoles in relation to the Bunsen-Roscoe law. Journ. of exp. Zool., 33/34, 1921.
35. HECHT : Time and intensity in photosensory stimulation. Journ. of gen. Physiol., 3, 1921.
36. Voir EDER : Photochemie, Halle-a-S., 1906, pp. 48-49. — BERTHOUD : Photochimie, Paris, 1921, pp. 305-306.

ces termes : « Il se trouve d'une part que la loi de Bloch n'est qu'une première approximation encore grossière, d'autre part que la loi de Bunsen-Roscoe elle-même n'est pas davantage considérée comme exacte pour les réactions photochimiques, et qu'elle ne doit pas l'être non plus, si les déterminations sont assez précises, pour les phototropismes animaux et végétaux ».

Considérant à son tour la même question du point de vue de la physiologie générale, Pütter (37) l'expose la même année dans la revue *Die Naturwissenschaften*, où il résume sa théorie de la loi du seuil d'excitation. Rappelant les travaux de Fröschel et Blaauw, Pütter constate combien le champ de validité de la loi hyperbolique paraît plus étendu en physiologie végétale qu'en physiologie humaine, où la constance du produit de l'intensité par le temps d'exposition nécessaire pour atteindre le seuil de réaction ne se vérifie que pour des temps très courts (< 0,12 seconde). Pour embrasser dans la même théorie explicative ces différentes réactions — théorie selon laquelle le seuil d'excitation est atteint quand la concentration au point excité d'une substance formée sous l'action de la lumière atteint une certaine valeur, elle-même déterminée par le rapport entre la vitesse de formation et la vitesse de diffusion de cette substance —, Pütter fait appel à la différence des vitesses de diffusion qui très probablement distingue les tissus de l'œil humain et ceux des plantes. Mais il rejoint Piéron en ajoutant : « La seconde raison pour laquelle (dans le cas des plantes) les écarts ne deviennent pas aussi rapidement apparents, doit être cherchée dans la précision très inférieure des déterminations de physiologie végétale ». Il signale, dans les déterminations de Blaauw, des écarts non négligeables et conclut : « La règle des quantités de lumière constantes ne représente qu'une formule d'approximation qui cesse d'être valable au voisinage du seuil absolu d'intensité ».

Ce reproche d'imprécision qu'on adresse aux déterminations de physiologie végétale, il est fondé, reconnaissons-le; mais il ne dépend pas des botanistes de s'y soustraire entièrement. L'équipement, souvent rudimentaire, des laboratoires de botanique serait déjà une justification suffisante de la précision très limitée de leurs déterminations comparées à celles qui s'effectuent dans les laboratoires de physiologie humaine; si les laboratoires de botanique d'Allemagne et de Hollande, celui d'Utrecht en particulier, ont comme un monopole des recherches sur les tropismes des végétaux, cela tient pour une grande part aux installations dont ils disposent. Mais, quelque richement outillé qu'il puisse être, le botaniste attaché à l'étude du phototropisme ne peut pas se flatter d'atteindre dans ses déterminations le même degré de précision que son collègue qui analyse les réactions rétiniennes. Si les mesures de tous deux participent des causes d'imprécision que comporte le dosage de la lumière, en revanche la réaction rétinienne est « nette et facilement définissable », tandis que la réaction phototropique ne l'est pas.

La courbure phototropique s'observe un certain temps, parfois très long, après le début de l'excitation; elle croît, lentement d'abord, puis presque proportionnellement au temps d'une façon plus rapide, pour se continuer en oscillations qui peuvent persister plusieurs heures. Or, plus est long l'intervalle entre l'excitation et son effet visible, plus aussi se fait sentir l'influence des causes perturbatrices que le meilleur expérimentateur ne saurait éliminer toutes. On ne peut dire exactement quand la réaction commence, ni quand elle finit. La comparaison des réactions ne peut se faire que par l'intermédiaire de grandeurs sur le choix et la définition desquelles il est difficile de s'entendre. Tandis que la rapide succession des phases de la réaction empêche le zoologiste d'en faire l'analyse et ne lui permet le plus souvent que de fixer le « temps de réaction », le botaniste lui se heurte à la difficulté de saisir des points de repère dans la lente progression d'un mouvement continu de courbure. Où le premier compte par secondes et fractions de seconde, le second compte par minutes et dizaines de minutes et, pour une seule détermination, il lui faut autant de temps qu'au premier pour obtenir une moyenne.

De plus, quand la courbure phototropique dépasse un certain degré, l'influence combinée du géotropisme n'est plus négligeable. D'autre part, en raison de la conduction de l'excitation et de l'inégale photosensibilité des zones successives de la région éclairée, les différents niveaux de l'axe dont on observe le mouvement n'ont pas au même moment la même vitesse de courbure. Enfin, comme il s'agit le plus souvent de réactions irréversibles, puisque liées à la croissance, on ne peut pas répéter la même détermination sur le même individu et il faut compter avec des écarts considérables dus à la variabilité individuelle. Arisz avait parfaitement conscience des difficultés inhérentes à la nature des réactions phototropiques des plantes lorsqu'il écrivait : « Il sera extrêmement difficile de renouveler les expériences de façon à y constater sans doute possible des écarts à la loi du produit (37 *bis*) ».

37. Pütter : Das Gesetz der Reizschwelle, Dict. Naturwissens chaften, 8, 1920. Cit. p. 505. Théorie développée dans Pflügers Archiv, 171, 1918).

37 *bis*. Rec. d. Trav. bot. néerl., XII, 1914/15, p. 170.

Cependant, il est possible de perfectionner encore beaucoup les méthodes d'observation. Fröschel et Blaauw ont déterminé le seuil de réaction pour un grand nombre de plantes observées simultanément, par un dénombrement des individus ayant réagi à un moment donné. En introduisant dans l'étude du phototropisme l'observation microscopique directe ou par enregistrement des réactions d'individus isolés, on a déjà pénétré plus avant dans la connaissance de leur mécanisme. Tout en observant que la loi du « produit » n'est pas en contradiction avec ce qu'ils ont observé, KONINGSBERGER (31) (1923) et van DILLEWIJN (38) (1927) montrent que la forme, sinon la grandeur des photoréactions de croissance, varie avec l'intensité de la lumière. Dans le même ordre d'idées, LUNDEGARDH (39) (1926) a constaté que l' « optimum de réaction », grandeur qui selon lui mesure l'effet phototropique, obéit entre certaines limites à la loi du « produit », tandis qu'entre les mêmes limites la vitesse de courbure dépend, et dépend différemment, de l'intensité d'éclairement et du temps d'exposition.

*
**

Nous avons laissé la loi de Fröschel et Blaauw ébranlée par la critique négative : elle ne saurait qu'être limitée et approximative; les déterminations sur lesquelles elle est fondée manquent de précision. Or, depuis trois ans, c'est la critique positive, la contradiction entre l'expérience renouvelée et la prétendue loi qui la remet en question.

En 1925 paraît un mémoire de BRAUNER (40), traitant des rapports entre quantité de lumière et effet phototropique — il s'agit ici du mouvement par variation de turgescence de la feuille du *Phaseolus* — immédiatement remarqué pour la nouveauté de ses conclusions. L'auteur affirme en effet que pour une quantité de lumière donnée : 1° la vitesse maxima de courbure varie en fonction du temps (ou de l'intensité) selon une courbe d'optimum; 2° que la réaction totale, soit le degré de courbure atteint, est fonction périodique des facteurs de la quantité de lumière. D'où résulte qu'à quantités d'énergie égales la réaction dépend fortement de la densité de cette énergie; que l'équation $I \times t =$ cte, effectivement vérifiée par quelques produits $I \times t$, l'est par ceux-là seulement. Bien qu'il s'agisse ici encore de réactions « juste appréciables », la loi du « produit » ne s'applique pas. S'agirait-il d'une différence entre les réactions phototropiques du type étudié (variation de turgescence) et celles dont il a été exclusivement question jusqu'ici (variation de croissance)? Nullement. Brauner, en effet, va plus loin : il montre que dans les déterminations de Blaauw et de Lundegardh, comme dans celles de Pekelharing et Rao, qui prétendument vérifient, pour différents types de réactions, la loi du « produit », les écarts considérés comme accidentels présentent la même périodicité et pourraient bien être en réalité des écarts systématiques. L'année suivante, BURCKHARDT (41), opérant sur la plantule d'*Avena*, confirme pour cet autre objet les résultats de Brauner, tandis qu'OEHLKERS (42) constate sur le *Phycomyces*, le second des types étudiés par Blaauw, que la loi n'est même pas exacte au voisinage du seuil de réaction. Enfin, un récent mémoire de Margarethe GÜNTHER-MASSIAS (43) (1928), qui nous ramène par son objet au point d'où nous sommes partis, aboutit à des conclusions concordantes : « Pour le phototropisme, comme pour le géotropisme, nous avons pu établir que l'excitation intermittente est plus efficace que l'excitation continue. Une quantité d'énergie appliquée sous faible intensité pendant un temps long ne produit pas le même effet que la même quantité d'énergie appliquée en un temps plus court sous une plus forte intensité ». On ne saurait nier plus catégoriquement l'exactitude de la loi de Fröschel et Blaauw, qui se trouve ainsi contestée simultanément pour les deux cas : lumière continue et lumière intermittente, auxquels on croyait avoir prouvé, il y a vingt ans, qu'elle s'appliquait.

De même que précédemment on s'accordait à retrouver partout la loi de Bunsen-Roscoe, il semble qu'avec le même accord on découvre aujourd'hui des réactions auxquelles elle ne s'applique pas. En 1920 déjà, HARDER (44) observait que les mouvements phototactiques des hormogonies du *Nostoc* — il s'agit là de réactions comparables à celles des animaux inférieurs — n'obéissent pas à la loi du « produit »; en effet, la même quantité de lumière agit différemment suivant qu'elle est appliquée sous forte ou sous faible intensité. Etudiant sur le *Vallisneria spiralis* l'un

38. VAN DILLEWIJN : Die Lichtwachstums reaktionen von *Avena*, Rec. d Trav. bot. néerl., XXIV, 1927.
39. LUNDEGARDH : Reizphysiologische Probleme. Planta, 2, 1926
40. BRAUNER : Uber die Beziehung zwischen Reizmenge und Reizerfolg. Jahrb. f. wiss. Bot., 64, 1925.
41. BURCKHARDT : Untersuchungen über die Gültigkeit des Reizmengengesetzes für die Lichtkrümmung der Avenakoleoptile. Zeitschr. f. Bot., 18, 1926.
42. OEHLKERS : Phototropische Untersuchungen an *Phycomyces nitens*. Zeitschr. f. Bot., 19. 1926.
43. MARGARETHE GÜNTHER-MASSIAS : Über die Gültigkeit des Reizmengengesetzes bei der Summation unterschwelliger Reize. Zeitschr. f. Bot., 21, 1928. Cit. p. 165.
44. HARDER : Uber die Reaktionen freibeweglicher pflanzlicher Organismen auf plötzliche Aenderungen der Lichtintensität. Zeitschr. f. Bot. 1920.

l'« effet photoélectrique » (différence de potentiel observable entre deux points d'une feuille dont l'un est exposé à la lumière), l'autre les mouvements des chloroplastes sous l'action de la lumière, Lundblad (45) (1927) et Schweickerdt (46) (1928) affirment tous deux que les réactions observées ne sont pas régies par la loi du « produit ».

Sans exagérer la portée de cet ensemble d'observations, qui demandent à être confirmées, on en peut déjà conclure que dans le champ de la physiologie végétale aussi la loi de Fröschel et Blaauw ne représente qu'une première approximation. Mais il se pourrait fort bien qu'en dépit des critiques dont elle est l'objet elle soit cependant suffisamment exacte dans un domaine étendu pour conserver toute sa valeur pratique, en physiologie animale (47) comme en physiologie végétale.

*
**

Au cours des vingt ans écoulés depuis la publication des mémoires de Fröschel et de Blaauw, l'intérêt attaché à la question qui nous occupe s'est déplacé. Qu'une réaction obéisse à la loi de Bunsen-Roscoe ou lui échappe, ce n'est plus là un critérium qui nous permette de conclure à la possibilité ou à l'impossibilité d'en donner une explication photochimique. Partant de l'hypothèse, presque unanimement acceptée aujourd'hui, d'une action photochimique de la lumière sur les tissus sensibles, c'est le mécanisme même du processus d'excitation qu'à travers la formule de Bunsen-Roscoe ou tout autre plus complexe que l'expérience imposera, le physiologiste cherche à atteindre; dans cette direction-là, on peut attendre encore beaucoup des recherches dont la découverte de Fröschel et Blaauw a été à la fois l'origine et la condition.

Telle nous apparaît aujourd'hui, sur le terrain de l'excitation par la lumière, cette question du rôle des facteurs de la quantité d'énergie, qui se pose, nous l'avons vu, à propos des divers excitants. Dans le domaine tout proche de la radiologie (48), la question de l'équivalence de doses égales, soit de produits égaux de l'intensité du rayonnement par le temps d'exposition, appliquées en une fois ou fractionnées, est aussi l'objet de controverses et s'impose non plus seulement au théoricien, mais encore et surtout au praticien qui en réclame impérieusement la solution. A considérer les conclusions contradictoires des expérimentateurs qui ont abordé ce problème, il ne semble pas qu'on soit ici plus près de l'avoir résolu que sur le terrain du phototropisme, mais peut-être la lumière pourrait-elle jaillir du rapprochement des observations faites dans ces domaines connexes (49).

Si maintenant nous envisageons la loi hyperbolique, le « Reizmengengesetz » en tant qu'expression générale du rapport entre quantité d'énergie et réaction minima, applicable aux manifestations diverses de l'irritabilité, nous constatons que partout des écarts s'observent systématiquement en deçà et au delà de valeurs limites du facteur temps qui varient beaucoup d'un type de réaction et d'un type d'orgasnisme à l'autre.

Dans les domaines les mieux étudiés, excitation par les courants électriques et par la lumière en physiologie animale, excitation par la lumière et par la gravitation en physiologie végétale, on a également essayé d'abord de la loi hyperbolique pour reconnaître, ici très tôt, là plus tard, ses limites et son inexactitude. Pour chacun des domaines de la physiologie de l'excitation, où la considération du « temps physiologique » et l'introduction de grandeurs analogues à la « chronaxie » de Lapicque permettraient peut-être de résoudre les contradictions en une synthèse comparable au modèle qu'offre aujourd'hui la théorie de l'excitation par les courants électriques, on pourrait écrire une « Excitabilité en fonction du temps » (50); car dans chacun de ces domaines le perfectionnement des techniques expérimentales semble remettre progressivement en lumière l'influence du « facteur temps » qu'avec la découverte et la généralisation de la loi hyperbolique, on avait cru pouvoir considérer comme négligeable.

Suzanne Meylan,

Dr ès Sciences.

Lausanne.

45. Lundblad : Beiträge zur pflanzlichen Elektrophysiologie. Thèse, Upsala, 1927.
46. Schweickerdt : Untersuchungen über Photodinese bei, *Vallisneria spiralis*. Jahrb. f. wiss. Bot., 86. 1928.
47. On trouvera une nouvelle confirmation de la validité de la loi de Bunsen Roscoe. pour des intensités lumineuses variant dans le rapport de 1 à 30, dans le récent mémoire de Van Herk : le rétrécissement par éclairage de la pupille de l'iris isolé, Arch. neri. de physiol. de l'homme et des animaux, XIII, 1928.
48. Voir Wolfers : Eléments de la physique des rayons X, Paris, 1928, p. 37 Linsbaeur : Röntgenologische Untersuchungen an Moosen und Farnen. Fortschr. a. d Geb. d. Röntgenstrahlen. 34, 1925. — Komuro : Die Wirkung der harten une weichen. Röntgenstrahlein auf die Samen und jungen Pflanzen von *Vicia faba*... Zeitschr. f. Krebsforsch., 22, 1925. (Cité d'après c. r. de Körnicke, dans Zeitschr. f Bot., 1926, p. 680). — La dose fractionnée est selon Linsbauer moins efficace, selon Komuro et Körnicke plus efficace que la dose unique.
49. Dans cet ordre d'idées, citons une étude comparative de la radioréaction et de la photoréaction du *Phycomyces* : Blaauw et Van Heyningen : The radium-growth response of one cell. Proceed. K. Ak. v. Wet., Amsterdam, 28 1925.
50. Lapicque : L'excitabilité en fonction du temps. Coll. Les Problèmes Biologiques, Paris, 1926.

L'AFGHANISTAN[1]

Il n'est peut-être pas un pays au monde présentant, comme l'Afghanistan un manque si évident d'unité géographique et ethnique. Il est barré en effet de l'est à l'ouest par une puissante chaîne de montagne presque impraticable séparant la plaine bactrienne du Pendjab et de l'une de ces provinces à l'autre, de la Perse aux Pamirs, ce n'est qu'une mosaïque de races variées et sans connexions.

Le massif montagneux le plus important par son homogénéité et son altitude est l'Hindou-Kouch, s'élevant au nord et au N.-E. de Kaboul. Vers l'ouest, de larges contreforts le rattachent aux massifs iraniens. Ce sont : le Koh-i-Baba, le Firouz-Koh et enfin, près de la frontière de Perse, le Band-i-Turkestan et le Safed-Koh. Les points culminants dépassent 5.000 mètres et ceux de l'Hindou-Kouch atteignent 7.000 mètres. Ce dernier s'étale au nord en un plateau montagneux constituant le Badakchan. Il bifurque au N.-E. sur la Kachgharie et vers l'est se rattache à l'Hymalaya. Au S.-E. s'en détache un arc montagneux, à concavité dirigée au N.-O., rejoignant les montagnes du Béloutchistan. Entre ce dernier et l'arête axiale, s'étale une dépression accidentée, mais cependant plus accessible que le reste de la montagne. Les vallées s'y élargissent et sont plus accueillantes que dans leur partie moyenne — ou élevée —; les moyens de communication y sont faciles. C'est là, en conséquence qu'il faut chercher les agglomérations importantes et par ricochet, ce sera le canal par où s'endigueront les grandes invasions. En examinant une carte sommaire — il n'en existe d'ailleurs pas d'autres — on verra, se succéder en un large demi-cercle, et de l'ouest à l'est : Hérat, ville importante aux confins de la Perse, Sabzawar et Farah, villes autrefois étendues et dont les restes attestent la déchéance. Viennent ensuite le bas Helmand et l'ancien Séistan, jardin de la Perse devenu un désert envahi par les sables. Passé le fleuve, nous arrivons à Kandahar, capitale ethnique de l'Afghanistan puis à Ghazni, ville étouffée dans de puissants remparts. Entre ces deux localités était l'Arachosie aussi déchue que le Séistan. L'arc se termine par la capitale actuelle : Kaboul.

Aux contreforts septentrionaux de l'Hindou-Kouch, s'accroche la plaine turkestane, ancienne Bactriane, d'une altitude moyenne de 350 mètres, devenue aussi désertique ou à peu près.

Les cours d'eau descendant des montagnes sont tous torrentiels au moins dans leur partie haute et à l'exception du Kaboul, se perdent en abordant la plaine, absorbés par les sables et les alluvions ou encore mourant en de vastes espaces marécageux

Le plus grand est l'Amou-Daria. Ce fleuve, ancien Oxus, porte le nom d'Ab-i-Pandj, dans les montagnes du Badakchan. Il y est torrentiel jusqu'à l'endroit, voisin de Samti, où il débouche dans la plaine turkestane. Ici, il s'étale entre des rives espacées couvertes d'une jungle épaisse et giboyeuse où abondent les sangliers et les cerfs, où le lion a disparu mais où le tigre a subsisté. Le lièvre, le faisan et les oiseaux aquatiques y sont aussi en abondance.

Les eaux du fleuve, maîtrisées subitement par la plaine, se séparent en deux branches, donnant l'île d'Ourta-Tagaï entièrement couverte d'une jungle de roseaux et dont le gouvernement soviétique a récemment contesté la possession à l'Afghanistan (1925). L'Oxus reçoit deux grandes rivières : la Koktcha et le Koundouz dont le débit est de l'ordre de celui de la Seine. De nombreux torrents descendent du Badakchan offrant cette particularité d'être méandreux dans les hautes vallées et de ne devenir torrentiels qu'en approchant de l'Oxus. Ceux qui débouchent dans le Turkestan sont aussitôt absorbés par le *kæss* desséché de la plaine. Quatre d'entre eux sont assez importants pour se frayer un lit dans ces alluvions : ce sont : le Koundouz, le Balkh-Ab, l'Ab-i-Safed et l'Ab-i-Kaisar. Leurs embouchures marécageuses marquent l'emplacement des grandes villes turques : Tachkhourghan, Balkh, Chbirghan et Andkhoui. Plus à l'ouest, s'allonge le Mourgh-Ab aboutissant aux marécages de Merv.

Vient ensuite L'Hari-Roud qui draine le versant sud du Firouz-Koh et dont le nom trahit la position de l'ancienne Arie ou Ariane. Les rivières de Farah et le Khach précèdent l'Helmand, mais aboutissent au puissant marécage que ce fleuve détermine à la frontière persane. Enfin le Kaboul, tributaire de l'Indus est la seule rivière dont les eaux parviennent à la mer.

L'Oxus, dans sa partie basse roule au moins autant d'eaux que le Danube. Quant à l'Helmand, le fleuve le plus important, après le précédent, sa longueur comme son débit le rapprochent de notre Rhône.

Le climat de l'Afghanistan participe, au sud, de celui du Pendjab, dans la dépression qui longe le versant sud de la montagne. Il y est chaud en

1. Conférence donnée au Muséum d'Histoire naturelle, le 10 mars 1929.

été et tempéré en hiver. Il prend, dans le Séistan, le caractère des climats désertiques africains.

Hérat, Kandahar, Djellal-Abad ont la réputation d'être rendues inhabitables en été par une chaleur torride. L'oranger et la canne à sucre, introduits par le grand conquérant Babour dans la dernière de ces villes, y croissent assez bien.

Le climat du Turkestan est naturellement celui de la zone aralo-caspienne, je veux dire très froid en hiver, chaud en été. En pleine chaleur, le thermomètre ne donne toutefois pas les températures du Pendjab; je n'ai en effet observé que 39° en juillet, dans la plaine de Tachkhourghan, mais la réflexion d'un sol blanchâtre constitué par le lœss, en rendent les effets terribles. J'ai noté qu'il n'y avait qu'un degré de différence entre la température des habitations et celle de la plaine, prise en plein soleil.

La montagne jouit d'un climat agréable, froid en hiver mais tempéré en été. La neige n'y est pas trop abondante. Ses chutes dépassent rarement, au total, 1 m. 50, au cours de l'hiver. Elle recouvre le sol de quatre à sept mois de l'année, suivant les régions. Dans le Badakchan, par exemple, les cols sont encore difficilement accessibles au début de juin.

Les neiges éternelles sont rares et il faut atteindre les montagnes avoisinant les Pamirs pour rencontrer des glaciers.

C'est la fonte de ces neiges qui va imposer le régime des cours d'eau. Ils sont à l'étiage d'automne au printemps, en crue pendant l'été. C'est donc à l'automne et au printemps, saisons des caravanes, que les chemins seront le plus fréquentés.

Tout le pays est désertique. La montagne est dénudée par les actions combinées de la neige, des vents et de l'altitude. Dans le Badakchan, la végétation bien que claire ne manque pas, ombellifères géantes, rosiers, oseilles rouges et de grande taille, etc. Dans le Daoung, province située près de l'Oxus, j'ai même rencontré le poirier sauvage. L'Hindou-Kouch et ses contreforts occidentaux sont les plus désolées des montagnes. Le gibier par exemple si abondant dans le Badakchan fait absolument défaut en certains endroits de l'Hindou-Kouch. On peut marcher des journées dans le Hazaradjat sans rencontrer d'autres vestiges de vie que de rares oiseaux et une espèce d'*hyrax* de la grosseur d'un rat, faune de rochers déserts.

Les montagnes du sud sont occupées par les tribus de race afghane, jusqu'au milieu de la dépression qui longe l'Hindou-Kouch, et du Sabzawar aux confins du Tchitral, de part et d'autre de la frontière indo-afghane.

L'Afghan est d'une taille un peu au-dessus de la moyenne, la peau et les cheveux bruns, portant le vêtement commun des musulmans, c'est-à-dire la chemise et le pantalon de cotonnade. Aux jours de fête, les paysans riches revêtent un gilet de velours rouge bordé d'arabesques dorées, en passementerie. Les gens des tribus portent, aux oreilles, un anneau aplati d'argent ouvragé et serti de turquoises. Sous le turban, ils coiffent une calotte brodée d'or et ornée de grosses côtes produites par un rembourrage de papier entre des coutures radiées. Ce sont des guerriers indomptables. Tous sont armés et la coutume qu'ils ont de laisser leur chevelure tomber en boucle sur les épaules ajoute encore à leur air martial, une pointe de virilité sauvage.

Peu d'entre eux sont fixés. La plupart sont nomades. Leur pays desséché après les moissons qui s'y lèvent en mars-avril, ne peut nourrir leurs troupeaux pendant la belle saison, aussi se rendent-ils, en caravanes pittoresques et interminables dans les montagnes Hazaras ou Badakchanes où d'excellents pâturages leur sont assurés de mai à octobre. On en rencontre jusque dans la province d'Imam-Sayeb, le long de l'Oxus, aux confins du Turkestan.

C'est cette race guerrière qui a subjugué les tribus voisines, jusqu'à l'Oxus et a secoué, au début du XVIII^e^ siècle le joug de la Perse.

Au nord de la route conduisant de Kaboul aux Indes, se trouvent les Kafiris, supposés idolâtres et convertis à l'Islam par Abd-er-Rahman, grand-père du roi Aman-Oullah.

Les Kafiris sont grands, secs et nerveux, avec les yeux généralement bleus, les cheveux blonds et le nez brisé. Comme ils se disent descendants d'Alexandre à l'ambassadeur anglais Elphinstone, on les a supposés issus d'une colonie macédonienne laissée là par le grand conquérant. En réalité, ce sont des indo-iraniens. L'idée qu'ils étaient idolâtres tenait à la coutume qu'ils avaient de dresser au pied des tombes une statue de bois, censée représenter le défunt, pour attirer son esprit. Ces statues restaient vénérées avec le personnage, lorsque ce dernier avait commis des actions d'éclat au cours de son existence. Une autre coutume, mais qui a subsisté, est l'édification à proximité des villages, d'une maison de purification où les femmes passent, dans l'isolement, la durée de leurs périodes ou de l'allaitement de leurs enfants.

A première vue, c'est plutôt aux tziganes qui sillonnent nos routes qu'il faudrait rattacher ces individus.

Leur pauvreté leur interdit l'achat d'armes à feu, aussi sont-ils, avec des moyens primitifs,

d'adroits chasseurs, comme les Tadjiks du Badakchan, usant seulement, à cette fin, du bâton ou des pierres qu'ils lancent avec une habileté surprenante. Ils usent aussi, comme d'une fronde, des arcs à double corde afin de pouvoir maintenir aisément la pierre qu'ils substituent à la flèche.

Comme les Afghans, ils sont dolichocéphales alors que toutes les autres races du pays sont brachycéphales.

Une des plus importantes parmi ces dernières est celle des Hazaras, puissante tribu répartie, dans les montagnes, de Hérat à l'Hindou-Kouch. Ce sont des résidus mongols laissés là par les armées de Tchenghis-Khan. Les caractères mongols sont accentués en eux : jambes arquées, corps trapu, cou court, teint blanc, pommettes saillantes, paupières supérieures tombantes et système pileux réduit. Leur aspect, comme leurs vêtements sordides les rendent répulsifs aux Afghans; aussi occupent-ils, dans les villes où ils émigrent au cours des mauvaises saisons, les professions inférieures et méprisées. Comme nos anciens *cagots*, ils sont relégués dans des quartiers isolés, en dehors des agglomérations.

A l'est des pays Hazaras, dans les montagnes de l'Hindou-Kouch et dès Kaboul, sont répartis les Tadjiks, indigènes de mœurs paisibles. Ils ont le teint blanc, les cheveux chatains et ne sont pas sans analogie avec certains types de nos pays. Les arcades sourcilières saillantes, la répartition régulière de leur barbe, leurs traits réguliers, leur donnent une physionomie qui n'est pas sans analogie avec celle des anciens seythes des bas-reliefs romains ou avec nos têtes de barbares exhumées par nos fouilles de Halda. Cela m'incite à les considérer comme un résidu des invasions scythes ou ephtalites du v^e^ siècle de notre ère. Comme les Kafiris, l'âpreté des montagnes au milieu desquelles ils se sont retirés les a isolés. Ils vivent misérablement dans leur pays deshérité, ignorant jusqu'à l'usage de la monnaie d'argent et celui des armes au moins le long de l'Oxus. Ici, les villages sont rares, éloignés et réduits à quelques maisons édifiées sur les cônes de déblais des torrents aboutissant au fleuve. Comme au temps de Marco Polo, ils chassent au faucon et les variétés dites *sager* du Ouakhan sont encore les plus appréciées.

La plaine bactrane et d'une manière générale tout le pays plat bordant l'Oxus, est occupée par les tribus turques des Uzbeks (centre et est) et des Turcomans (ouest jusqu'en Perse) qui ont adopté les mœurs, la religion, la langue et les coutumes persanes. Ils sont toutefois restés les brillants cavaliers de l'époque héroïque de leur histoire et c'est là le seul caractère saillant de ces indigènes.

D'autres races, mais de moindre importance par le nombre des individus, sont réparties dans le pays : Pandj-Chiris, occupant la vallée de ce nom, Arabes diffusés au sud de l'Hindou-Kouch, enfin quelques juifs prudemment fixés non loin des frontières persanes.

Les langues usitées en Afghanistan sont encore plus variées que les races. Le persan est très répandu, étant la langue officielle et littéraire, servi d'ailleurs par une littérature à laquelle les dialectes qui lui sont superposés n'ont rien à opposer.

L'Afghan des tribus parle un dialecte indo-iranien, le *pouchtou*, mais seules les familles stabilisées et perdues dans la montagne ignorent le persan.

Chez les Kafiris, on ne note pas moins de six dialectes. Un autre, voisin de ceux-ci, est parlé par les Pachaï (Laghman nord). Dans le bas Pandj-Chir (Tagao et Nidjrao) existent des noyaux contaminés par les restes d'un langage apparenté aux précédents. C'est en suivant l'enchaînement des vallées qui relient le Kafiristan à la boucle de l'Oxus que l'on pourrait relever les dialectes les plus intéressants et qui seraient les vestiges d'une langue disparue que Marco Polo entendit parler au XIII^e^ siècle dans le Badakchan. C'est d'abord le Moundjani, puis plus au nord, le Sanglitchi en usage dans le seul village de ce nom. En abordant l'Oxus, on rencontre successivement, du sud au nord et le long du fleuve : l'ichkachimi, le gharani, le chighnani et enfin le rouchani du nom des provinces où ils sont en usage. Passé le Ouakhan, au-delà d'Ichkachim, on ne rencontre plus, aux abords des Pamirs que de rares Kirghizes, usant naturellement de leur dialecte turc.

Des dialectes turcs sont conservés par les Uzbeks et les Turkomans. Quant aux Hazaras, ils ont adopté le persan et les contaminations turques y sont assez abondantes du fait que cette tribu, jusqu'au milieu du siècle dernier, entretint des relations avec les Uzbeks plutôt qu'avec les Afghans, ses ennemis irréconciliables.

La population est rassemblée dans les vallées. Aux endroits où ces dernières s'élargissent, se dressent les villes et les villages aux maisons de pisé, se pressant les unes contre les autres en un désordre pittoresque, et laissant entre elles des rues tortueuses et étroites dans lesquelle débouchent les égouts domestiques.

Les agglomérations s'annoncent de loin par des rideaux de peupliers blancs ou des bouquets d'arbres fruitiers. La vie domestique s'y écoule à l'abri de murs élevés le plus souvent sans, enserrant

l'habitation et un verger. Dans les villes turkestanes, ce dernier domine; aussi, de loin, paraissent-elles comme des forêts. En y pénétrant, l'on voit des rues désertes, endiguées par des murs élevée et irréguliers au sommet desquels débordent vignes, mûriers ou figuiers.

Toutes nos essences d'arbres fruitiers sont rencontrés dans ces vergers. La vigne, le mûrier et l'abricotier sont de beaucoup les plus estimés. Ils y atteignent un développement que je n'ai rencontré nulle part; les deux derniers sont des espèces très vivaces et le mûrier qui croît jusqu'à près de 3.000 mètres d'altitude, est une grande ressource pour le pays, d'autant plus que son bois est apprécié et que ses fruits confits sont d'une vente courante. L'automne venu, ses feuilles sont données aux troupeaux. L'élevage des vers à soie, qui serait une si précieuse ressource dans les hautes vallées déshéritées du Badakchan, est absolument inconnu.

Le poirier et le pommier, sauf en certains endroits du Badakchan, notamment Barak, ne donnent que des fruits durs ou cotonneux.

Quant à la vigne, très répandue et cultivée en champs ou en treilles, elle produit, bien que mal soignée et le plus souvent pas taillée, d'excellents raisins. L'hiver, on recouvre les ceps de terre, pour atténuer les effets du froid intense qui sévit dans les vallées. Avec le poirier, elle existe à l'état sauvage, dans le Badakchan.

Les fleurs se développent admirablement jusqu'à 1.800-2.000 m. Les roses notamment trouvent en Afghanistan un terrain favorable à leur croissance, faut-il croire, puisque l'églantier est très répandu au point de recouvrir certaines crêtes du Badakchan. Aux environs de Kaboul, on remarque en outre un rosier sauvage et arborescent qui, le moment de la floraison venu, se couvre de belles fleurs de couleur jaune renoncule, doubles, mais d'une odeur de graisse.

Dans tous les jardins se rencontre le pétunia, si résistant et si bien adapté à ce pays qu'on peut le considérer par sa diffusion, comme une fleur nationale. L'altitude ne lui est pas contraire, puisque même à Ichkachim il croît encore et qu'à 3.200 mètres il constitue le seul ornement de jardins isolés, dans l'Hindou-Kouch ou le Badakchan.

Je n'omettrai pas de mentionner, au nombre des fruits appréciés, le melon et la pastèque qui jouent un tel rôle dans la vie des caravanes et des habitants que les *crus* sont connus de tous. Marco Polo ne signale-t-il pas, sur sa route, les localités dont les melons sont renommés? Jusqu'au grand conquérant Babour, qui, sous les murs de Samarkande assiégée compare les mérites des melons indigènes à ceux des mêmes fruits qu'il n'a pas manqué d'apporter du Ferghana!

Le jardin de plaisance, dans un pays pauvre où le terrain est âprement disputé, est un privilège royal. C'est au voisinage des Indes, à Djellal-Abad, que l'on voit les plus beaux qui soient dans tout l'Afghanistan, avec leurs allées pavées de cailloux blancs et bordées de cyprès, leurs bassins allongés et étagés de manière à se déverser en cascades l'un dans l'autre, leurs bosquets de jasmin et de roses masquant les pieds des cyprès.

Dans les grands jardins des notables ou à leur défaut, à proximité des villages, se dressent, dans les montagnes et le Turkestan, un platane ou un groupe de ces arbres, entourant le bassin aux ablutions. C'est un reste de coutume mongole. L'ombre épaisse de cet arbre est recherchée. C'est le point de rencontre des habitants aux heures de la sieste ou des prières. Celles-ci sont dites collectivement, en un endroit surélevé appelé *sofa*. Si le village est dépourvu de platane, ce qui est fréquent au sud, en pays afghan, le sofa est à l'écart des maisons et sur une éminence, afin de montrer avec ostentation que les devoirs religieux ne sont pas négligés.

Le village afghan est ouvert. Toutefois, dans la campagne, les fermes et les habitations de notables sont fortifiées, précaution que l'insécurité du pays justifie. Les villages Hazaras sont également fortifiés et si la population est insuffisante pour entreprendre l'édification d'une enceinte, c'est dans un fortin que les habitants logent, entassant leurs maisons les unes sur les autres.

Fortins ou maisons fortifiées ont tous le même caractère. Ils sont constitués d'une enceinte épaisse soutenue par de puissantes tours d'angle. Une porte massive en interdit l'accès. Au sommet des murs ou de l'une des tours, et en encorbellement, est bâtie une pièce plus luxueuse que les autres et destinée aux réceptions.

Dans le Turkestan, les toits ne sont plus en terrasse, mais en coupoles, exécutées en briques crues disposées en arcs en partant des angles pour se rejoindre au milieu de chaque mur.

Les toits de chaume existent dans le Turkestan et dans certains villages tadjiks.

La maison tadjik la plus courante est intéressante. Elle est entourée de murs et sur un *patio* donnent les pièces servant d'habitation. D'un côté s'ouvre une vérandah surélevée et qui est l'habitation d'été.

L'une des chambres, plus spacieuse que les autres est l'habitation des saisons froides. D'un côté se trouve une plate forme surélevée: au milieu le foyer, dans le plafond, un trou charpenté par

la superposition de quatre cadres épais de grandeur décroissante et superposés en diagonale, sert de cheminée.

L'hiver, c'est l'habitation collective. La plateforme est vide en dessous, et un roulement des femmes y entretient du feu toute la nuit; pendant l'hiver, c'est le dortoir municipal : tout le village s'y donne rendez-vous.

Dans les villes où l'espace est compté, les maisons ont un premier étage avançant en encorbellement sur la rue : c'est le seul luxe apparent. La disposition des maisons, à l'intérieur, reste toujours la même avec une cour destinée aux travaux domestiques.

L'activité des villes est concentrée dans le *bazar* qui ne diffère en rien de nos *souks* nord-algériens : une suite de boutiques sordides bordant la rue principale et bifurquant dans les rues adjacentes.

Les seuils des boutiques sont au niveau d'un siège afin que les acheteurs puissent s'asseoir. Un tapis qui en occupe toute la largeur les rend propres et confortables. Dans les quartiers les plus riches où les loyers sont par conséquent élevés, les seuils sont plus hauts afin qu'au-dessous une échoppe, à demi enfoncée sous le sol puisse être louée aux artisans occupant des métiers inférieurs.

Les professions sont rassemblées par quartiers; aux extrémités ou dans les points morts sont les marchandises encombrantes ou sans grande valeur.

Comme dans le Badakchan, l'on use, à Kaboul, d'un moyen économique de chauffage permettant de réduire la consommation du bois, marchandise rare et chère. On emploie, à cet effet, un cadre, en bois, monté sur pieds et appelé *sandali*. Au-dessous, est placée une poterie de braise et l'on recouvre le cadre de couvertures. On s'allonge sous celles-ci, en laissant passer le tronc et l'on peut ainsi se chauffer en famille, côte à côte.

Les habitants vivent de culture et d'élevage. C'est le riz puis le blé qui ont leur faveur. L'orge est cultivée pour les moutures, car dans un pays dépourvu de routes et de moyens de transport, les indigènes sont d'intraitables cavaliers. L'élevage se borne à celui des chevaux surtout dans le Turkestan, des moutons, notamment de la race donnant l'astrakan, et du bœuf. Dans la montagne, l'on apprécie une race de mouton petite mais bien musclée, dite *gadek*, donnant deux portées annuelles.

L'industrie est domestique : tissage, corroyage, broderie, etc. Des essais de grande industrie ont été tentés à Kaboul, mais ne semblent guère avoir eu d'autre but que d'assurer la prospérité des initiateurs. Une seule fabrique a résisté du fait qu'elle s'était spécialisée dans la fabrication des étoffes et la confection des vêtements et des chaussures de l'armée, assurée en conséquence d'un travail régulier.

D'ailleurs, les besoins du peuple afghan sont réduits au minimum et n'ont guère changé depuis les temps les plus reculés. Le luxe, mère du commerce, comme le fait déjà remarquer Diodore de Sicile, est inconnu ou réduit seulement au thé, au sucre et aux étoffes de coton, rarement de soie. La circulation des marchandises et de l'argent est nulle, d'autant plus que les relations des villes entre elles ou des habitants est rendue extrêmement difficile par le manque de routes.

L'on s'est plu à considérer l'Afghanistan comme un carrefour de routes commerciales. Il n'en est rien. Sa configuration l'interdit absolument. La seule voie possible, à l'exception de celle qui réunit péniblement les grands centres de Kaboul, Ghazni et Kandahar est celle qui relie les Indes au Turkestan, par Kaboul, route carrossable sur 220 kilomètres puis devenant un chemin inaccessible ou presque, une partie de l'année. Vingt-deux jours de caravane sont nécessaires pour gagner la capitale turkestane Mazar-i-Chérif, c'est dire le prix qu'atteignent dans ce pays les marchandises dont il a besoin. Une autre route moins longue, bifurquant vers le Badakcham doit être ouverte bientôt, mais pour le moment elle n'est utilisée que par les caravanes rejoignant Khan-Abad car une pente difficile et un col de 4.300 mètres la rendent peu praticable. L'Afghanistan n'est donc, en somme que la zone par laquelle transitent les marchandises provenant des deux côtés de l'Hindou-Kouch.

La vie de caravane n'a pas varié depuis Tavernier qui nous en a donné au XVII^e^ siècle une description pittoresque : mêmes fatigues qui faisaient considérer, par le prophète, les voyages comme l'antichambre de l'enfer; mêmes précautions, mêmes risques, même ordonnance des caravanes, même police des routes. Ces dernières sont jalonnées, probablement depuis les temps les plus reculés, de caravansérails disposés de vingt en vingt kilomètres et fortifiés avec tours, créneaux et meurtrières. Le porche, bordé d'habitations réservées au gardien, est un petit couloir où l'on trouve le marchand de thé avec son samovar toujours en ébullition et ses quelques marchandises indispensables au voyageur : sucre, allumettes, fruits confits. C'est là que les passants peuvent aspirer quelques bouffées de *tchilem*, pipe à réservoir où la fumée barbotte et que l'on aspire à pleins poumons. C'est un service qui se doit rendre, comme une aumône et pour lequel aucune rétribution n'est due, pas même un remerciement. Nous sommes en pays de caravanes où la fatigue est comme

sacrée. D'ailleurs cela se traduit jusque dans les salutations courantes qui ne souhaitent ni bonjour ni bon voyage, mais simplement de« n'être pas fatigué».

L'atrium du caravansérail est divisé en deux parties : d'un côté les habitations réservées aux voyageurs, simples chambres toiturées d'un dôme et adossées à l'enceinte. En bordure, s'allonge une marquise où l'on peut accumuler les marchandises délicates les jours de pluie. Elles sont naturellement remplies de fumier et de vermine, car à peine libérées de leurs occupants, les animaux s'y réfugient; aussi préfère-t-on, en bonne saison, habiter au large.

L'autre partie est consacrée aux bêtes de somme dont les mangeoires sont réservées dans le mur.

En haute montagne, les routes sont absolument inaccessibles aux caravanes. D'ailleurs, la population y devient si clairsemée et si pauvre que ses besoins réduits au minimum se passent de marchandises étrangères. Le plus beau chemin du Badakchan longe l'Oxus. La facilité qu'il donne aux transports lui a valu le nom de « route royale ». Il serpente en corniche le long du fleuve, tantôt des éperons rocheux, en apparence infranchissables, ou s'abaissant jusqu'aux rives. Par places, les rochers se succèdent comme de grosses marches d'escalier mais en d'autres endroits, il a fallu dresser des échelles pour que les piétons en évitant de longs détours, puissent reprendre la route interceptée par le roc. Près de Kala-i-Kouf, il faut même franchir une vingtaine de kilomètres suspendu au-dessus du fleuve et en s'élançant alternativement, de chaque main à des piquets maintenus dans le rocher. Et si un piquet se brise, c'en est fini du voyageur que le gouffre de l'Oxus reçoit et emporte. L'hiver, la population du Badakchan préfère aux voies difficiles de terre, le fleuve dont les eaux congelées assurent une voie large et facilement praticable.

Tel est le pays curieux que j'ai eu la chance de parcourir pendant trois ans d'un séjour agréable mais non sans péril. Comme on le voit, il n'a guère varié depuis Marco Polo qui lui consacre quelques pages. La zone des grandes villes, de Kandahar à Kaboul, a été souvent parcourue, mais les montagnes du nord étaient encore inconnues et je ne crois pas qu'aucun autre Européen, depuis le célèbre voyageur vénitien s'y soit jamais aventuré, Wood, officier anglais qui s'en fut voici bientôt cent ans à la découverte des sources de l'Oxus, ayant emprunté dans son voyage, la route classique de Mazar-i-Chérif à Faizabad, route sans autre intérêt que celui d'être, depuis des temps immémoriaux, un trait d'union entre les Turkestans afghan et chinois.

J. Barthoux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Larmor (Sir Joseph). — **Mathematical and physical papers.** — 2 *vol. gr. in*-8° *de* 679 *et* 831 *pages. Cambridge, University Press,* 126 *shillings.*

Ce que nous présente ici l'*University Press* de Cambridge c'est l'œuvre d'un mathématicien et physicien éminent, Sir Joseph Larmor, né en 1857, en Irlande. Œuvre complète? Pas tout à fait. L'auteur a jugé inutile de republier un certain nombre de travaux qui, à son jugement, ont été depuis dépassés, et qui se rapportent à la relativité physique : relativité généralisée, gravitation et lumière, espace, temps, etc., travaux plutôt récents, de 1918 à 1927. A-t-il eu tort? A-t-il eu raison? On pourra préférer, au point de vue historique, qu'il les eût inclus dans les deux beaux volumes que voici.

Sir Joseph Larmor est essentiellement un physicien et un mathématicien, mais comme il arrive souvent aux savants anglais, il lui est arrivé de s'intéresser aussi à des phénomènes de la nature faisant partie, semble-t-il, de ces *minimis,* dont *non curat ney.* Ils ont pourtant leur grand intérêt; ce sont des faits dont il y a lieu d'étudier les lois. C'est ainsi qu'on voit Larmor fournir une théorie des arcs-en-ciel surnuméraires, s'occuper du problème de l'ascension de la sève dans les arbres; de celui de la protection que fournissent les paratonnerres, s'intéresser encore à divers problèmes de géo-physique. Par exemple il a étudié de près la question des marées, de leur effet sur la rotation de la terre, sur le niveau des terres : il a publié, sur les marées en général, divers mémoires. Il a été amené à étudier la question de l'isostasie aussi.

L'Astronomie l'a souvent attiré, d'où ses travaux sur la réfraction, sur la périodicité des taches solaires. La balistique l'a intéressé, la pression des ondes sonores aussi. Il a touché à tout, à peu près, parce que dans tout, il y a de la physique et de la mathématique.

Il a été influencé principalement par Lagrange et Maxwell, et c'est à leur école qu'il a élaboré sa méthode dont il a donné un exposé dans son mémoire sur le principe de la moindre action en physique et en dynamique (1884), principe qu'il a appliqué au problème de l'écoulement de l'électricité dans un système de conducteurs linéaires, dont il a fourni une solution très générale.

Dans le domaine de la physique, son œuvre est très étendue. Il laisse une étude fort travaillée sur l'action du magnétisme sur la lumière, sur les théories de la propagation de celle-ci, servant d'introduction, en quelque sorte, à sa théorie dynamique du milieu électrique et luminifère (1893).

L'Histoire de la science retiendra sa théorie des électrons, à laquelle il a consacré plusieurs mémoires de grande importance, où la question a pris une extension considérable, puisqu'il y a rattaché la théorie cinétique des gaz, le rayonnement, la dispersion optique et la spectroscopie, la thermodynamique, la pression osmotique, les lois de l'équilibre chimique, le paramagnétisme et le diamagnétisme, c'est-à-dire, qu'il a élaboré une théorie de l'éther qui a représenté un fait considérable, et de grande importance pour les progrès de la science.

Les travaux les plus considérables de Larmor sont ceux qu'il a consacrés à l'électricité, à la thermodynamique et à la théorie des gaz. Mais il a touché, toujours de façon intéressante, à beaucoup d'autres des questions capitales de la physique contemporaine qu'il a contribué à édifier sur des bases solides. C'est pourquoi lui a été attribuée en 1915, la *Royal Médal,* pour le récompenser de son œuvre en géométrie, en dynamique, en optique, en électricité, sur la théorie cinétique des gaz, sur la théorie de la radiation et sur l'astronomie dynamique, encore et surtout pour le récompenser de sa théorie d'après laquelle l'énergie radiante et les forces intramoléculaires sont dûes aux mouvements de charges électriques minimes, théorie exprimée en détail dans son *Aetker and Matter* qui reste classique et fondamental et où il formule la théorie électrique de la matière.

Ces deux volumes résument une très belle œuvre, admirablement présentée : ils ont leur place marquée dans toute bibliothèque de physicien, mais d'autres que les physiciens y trouveront beaucoup de travaux qui les intéresseront.

H. de VARIGNY.

2° Sciences physiques.

Schweiller (E.), **Die Ionenleitung in Gasen : Becker** (A.), **Die Elektrischen Eigenschaften der Flamme.** — 1 *vol. in*-8° *de* 314 *p., vol.* XIII, 1re *partie,* du **Handbuch der Experimental physik,** *publié à l'Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig,* 1919 (*Prix : broché,* 28 *marks; relié,* 29,60 *marks*).

Ce volume relativement peu étendu de l'Encyclopédie allemande de Physique expérimentale traite des questions qui se rattachent à la conductibilité des gaz. On sait quelle a été l'importance historique de ces questins, dont l'étude, sous l'influence de J. J. Thomson et de son école, a fourni une base solide à une grande partie des conceptions atomistiques de la physique moderne. Les résultats expérimentaux et les idées théoriques ont subi dans ce domaine, au cours des temps, des remaniements successifs, qui ont provoqué l'apparition récente d'une troisième édition du fameux traité de Thomson. Il est intéressant de rapprocher cet ouvrage du livre actuel écrit par des physiciens qui, sans avoir apporté aux problèmes traités l'énorme contribution personnelle du savant

anglais, les connaissent néanmoins de fort près, et qui avaient l'avantage de n'être tenus en lisières par aucune rédaction antérieure.

Bien que le livre ne traite qu'une partie du sujet et doive être complété ultérieurement par les autres sections du volume 13, on peut dire que le résultat obtenu est satisfaisant, et que l'ouvrage sera d'une incontestable utilité à tous ceux qui seront amenés à s'intéresser à ces problèmes quelque peu démodés. La première partie du livre, écrite par E. Schweiller, et consacrée à l'étude générale de la conductibilité des gaz aux températures et aux pressions ordinaires, est divisée de la manière suivante : formation des ions, disparition des ions par recombinaison ou diffusion, mesure des intensités d'ionisation, mobilité des ions, étude des courants dans les gaz ionisés, charge, masse, et nature des ions. L'exposé est clair, correct et bien équilibré; la documentation paraît tout à fait à jour et l'impartialité de l'auteur mérite d'être signalée d'autant plus qu'elle est, au temps où nous vivons, devenue assez rare. La seconde partie, un peu plus développée que la première bien que le sujet soit d'un intérêt moins général, est due à A. Becker et traite des propriétés électriques des flammes. Les chapitres sont intitulés : généralités et constantes des flammes (vitesse, température, etc.), conductibilité électrique de la flamme, vitesse des ions, diffusion des vapeurs lumineuses dans la flamme, considérations théoriques. L'exposé, quoique très riche de faits et suffisamment clair, nous paraît plus diffus que celui de la première partie. Il est, par endroits, tout imprégné des idées et des travaux de Lenard, ce qui présente, avec des avantages indéniables, des inconvénients certains. Quoique beaucoup plus développé que le fascicule qui vient de paraître en France sous la plume de G. Moreau et traite du même sujet, il n'est pas sûr qu'il doive lui être préféré.

Eugène Bloch.

*
**

Jeffreys (H.). — **The Earth, its origin, History and physical contribution**, 2e édition. — Cambridge University Press. 1 *vol. grand in-8° royal de* 346 *pages*. 20 *shillings*.

La première édition de ce volume paraissait en 1924, et reçut le meilleur accueil; une seconde édition est devenue nécessaire, et sera pareillement reçue, car elle a été encore améliorée, et mise au courant. La science marche vite, et l'auteur a jugé n'avoir pas fait à sa sismologie la place qu'elle méritait dans son important ouvrage : aussi a-t-il considérablement développé celle qu'il lui fait dans cette nouvelle édition. Cette dernière, d'ailleurs, diffère sur de nombreux points de la précédente. Il a fallu y faire place à la théorie revisée de la constitution stellaire, d'Eddington, d'où des modifications dans l'histoire des débuts des planètes; et d'autre part l'auteur a trouvé matière à augmenter ses développements en ce qui concerne la nature et le degré de la compensation isostatique. Autrement dit il a tenu son œuvre tout à fait au courant de la science, il y a incorporé les notions les plus récentes, et c'est un ouvrage nouveau qu'il présente au lecteur. Un ouvrage où celui-ci devra chercher plutôt l'état actuel des questions que leur développement historique d'ailleurs. Un ouvrage relatif aux grands problèmes de la géophysique et de la cosmogonie, traitant de la terre à la fois du point de vue de l'astronomie et de celui de la géologie. Assurément le géologue trouvera qu'il y a beaucoup de mathématique dans ce volume, mais l'astronomie en exige, et il faut ce qu'il faut.

Encore une fois, cet ouvrage du géophysicien de *Saint Johns College* à Cambridge qui dès l'abord a été très remarqué, continue à rester remarquable par la riche documentation, par la variété des problèmes qui y sont discutés et par l'ampleur donnée à la façon de les traiter. Les additions à la partie sismologique sont considérables, et l'étude des différentes ondes sismiques permet de pénétrer plus avant dans l'étude de la structure de la terre, dans ses parties inacessibles.

Au total, document très solidement établi, relatif à des problèmes fort variés, par un auteur particulièrement compétent, et habile dans l'art d'exposer.

H. de V.

*
**

Askinson. — **Le Manuel du Parfumeur**. — 4e *Edition française, revue et corrigée par* R. Sornet, *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris.*

Dans cet opuscule sont abordés tous les sujets qui touchent l'industrie des parfums. Seule la question très spéciale de la préparation des parfums synthétiques est laissée de côté. Mais par le fait même de la diversité des questions envisagées les détails donnés ne peuvent être qu'assez succincts et les explications souvent élémentaires.

Après avoir indiqué les propriétés les plus importantes des matières premières employées en parfumerie : eau, alcool, substances grasses, poudres, etc., l'auteur étudie les matières odorantes d'après leurs origines : essences naturelles végétales, parfums animaux et produits synthétiques.

La seconde partie de l'ouvrage contient des indications sur les différents produits de parfumerie : extraits, cosmétiques, fards, poudres, shampoings, dentifrices, etc... Le volume se termine par un tableau de solubilité des parfums les plus usités.

Malheureusement à côté des détails pratiques que contient ce livre on regrette de ne pas trouver indiqué l'usage de nombreuses substances pourtant déjà très répandues. Sans même parler des produits le plus récemment lancés sur le marché il eût été bon de signaler par exemple l'hydroxycitronellal base de nombreux parfums comme les muguets, les tilleuls, de l'heptine-carbonate de méthyle qui entre dans la composition des violettes et du laudanum si employé pour donner une note ambrée notamment aux eaux de Cologne.

On trouve rassemblées dans l'ouvrage un certain nombre de recettes dont la valeur est la même que la plupart de celles publiées jusqu'à ce jour.

Tel quel cet ouvrage peut rendre des services aux personnes désireuses de s'initier pratiquement à l'art du parfumeur.

J. MARTINET,
Docteur ès Sciences physiques.

3° Sciences naturelles.

Herpin (René), *Professeur à l'Institut Saint-Paul de Cherbourg.* — **Recherches biologiques sur la reproduction et le développement de quelques Annélides polychètes.** — *1 vol. in-8° de 250 p., 6 pl. Thèse de doctorat ès sciences.* (Bull. de la Société des Sc. naturelles de l'Ouest de la France, *4e série, t. V*, 1925), 1926.

Le travail de M. Herpin porte principalement sur les phénomènes singuliers qu'offre la reproduction des Annélides Polychètes appartenant aux familles des Néréidiens, Euniciens, Syllidiens et Térébelliens. Les *Perinereis cultrifera*, *Nereis pelagica*, etc., présentent une métamorphose en hétéronéréides : il y a alors « danse nuptiale », c'est-à-dire essaimage des mâles et des femelles épitoques qui viennent nager la nuit à la surface et déchargent leurs produits génitaux à la suite d'une excitation mutuelle; l'émission des spermatozoïdes est vraisemblablement déclenchée par une sécrétion de la femelle, car on l'observe dans des cristallisoirs où a simplement séjourné une femelle; la ponte se fait par l'anus (suite d'une histolyse du tube digestif) ou par des déchirures latérales. La danse nuptiale se fait à une époque déterminée de la lunaison, variant suivant les espèces et peut-être les localités. Chez *Nereis caudata* et la forme hermaphodite de *Platynereis Dumeriti*, il y a incubation dans un tube par le mâle (parfois après avoir dévoré la femelle épuisée par la ponte). Il est possible que *Nereis diversicolor*, chez lequel les mâles sont assez rares, soit parfois parthénogénétiques; les femelles se nouent ensemble par leurs extrémités postérieures à la manière des prétendus rois de Rats, avec ou sans mâle à l'intérieur du nœud.

Eunice Harassei et des Syllidiens présentent aussi le phénomène de l'essaimage, nocturne chez le premier, qui ne présente pas d'épitoquie, diurne chez plusieurs *Syllis*. Chez le Térébellien *Nicolea zostericola*, le mâle et la femelle fabriquent, peu de temps avant la ponte, des sortes de toiles composées de fils minces et distants qui sont filés par les tentacules; se servant de cette toile, le mâle s'approche de l'orifice du tube de la femelle et dépose ses spermatozoïdes à l'entrée du tube parmi les tentacules; la femelle commence alors à pondre par ses pores néphridiens; les tentacules agglomèrent les œufs en un cocon fixé aux corps étrangers voisins. Le travail de M. Herpin renferme aussi des renseignements intéressants sur l'éthologie des espèces étudiées (Manche), sur les développements larvaires et l'intervention des éléocytes de réserve dans la nutrition des produits génitaux, qui séjournent longtemps dans la cavité générale avant d'être mûrs.

L. CUÉNOT.
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

***

Perrier (Remy), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours élémentaire de Zoologie**, 9e édition. — *1 vol. in-8° de 871 p., 765 figures dans le texte et 16 planches. Paris, Masson et Cie, éditeurs*, 1929 (*Prix* : 60 *francs*).

Cet ouvrage en est à sa neuvième édition; c'est dire son succès considérable auprès des étudiants; il est du reste à peu près le seul Manuel complet de Zoologie en français qui puisse leur convenir, les grands Traités en plusieurs volumes, tous incomplets, étant inabordables par leur prix ou la langue dans laquelle ils sont écrits. L'ouvrage de M. Perrier renferme des résumés de la Biologie générale, de l'Histologie, de la Distribution géographique, excellentes leçons d'une parfaite clarté; l'étude des groupes est naturellement succincte, mais contient l'essentiel. L'étymologie des termes techniques est indiquée, ce qui est tout à fait indispensable puisque la génération présente ignore complètement les racines grecques. Au point de vue doctrinal, l'auteur, comme la plupart des biologistes français, est rigoureusement lamarckien; les classifications suivent le système particulier d'Edmond Perrier.

Je me permettrai de signaler à M. Perrier une rectification nécessaire en ce qui concerne le nombre des chromosomes (p. 24) chez l'Homme ($2N = 47$ chez l'homme et 48 chez la femme) et l'*Artemia* (42 dans l'œuf fécondé et 84 dans la forme tétraploïde parthénogénétique).

L. CUÉNOT.
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

***

Lameere (A.), *Professeur à l'Université de Bruxelles, Membre de l'Académie de Belgique, Correspondant de l'Institut de France.* — **Précis de Zoologie**, t. I. — *1 vol. in-8° de 396 p., 358 fig. G. Doin et Cie, éditeurs, Paris*, 1929 (*Prix : 60 fr.*).

En raison de l'étendue considérable de la Zoologie, il est très difficile à un rédacteur unique d'écrire un Traité au courant de la science; aussi n'en existe-t-il aucun qui puisse convenir à la fois aux étudiants de l'enseignement supérieur et aux professeurs et qui développe avec équilibre les diverses disciplines; le seul qui ait été mené à bonne fin (par divers collaborateurs), celui de Cambridge, est à peu près parfait pour la partie systématique, mais les descriptions anatomiques sont presque toujours très insuffisantes; la Zoologie concrète de Delage et Hérouard, arrêtée au bout de quelques fascicules, a une admirable iconographie, mais il n'y a pas du tout de renseignements biologiques sur les espèces; le Traité allemand, en cours de publication, est

très inégal et présente cette lacune incompréhensible d'ignorer les fossiles, comme si un zoologiste ne devait pas connaître les groupes éteints aussi bien que les actuels. Cette année, M. Lameere, non sans bravoure, commence à faire paraître un Précis dont le tome I traite de la cellule, de l'espèce, des Protozoaires, des caractères fondamentaux des Métazoaires, des Spongiaires et des Coelentérés. Il ne suit pas tout à fait le plan français qui, considérant chaque forme animale comme une solution d'un problème d'organisation, cherche surtout à montrer les rouages et le fonctionnement, et qui traite la systématique de façon à mentionner les espèces qu'il faut connaître, intéressantes au point de vue de la Zoologie générale ou par leur utilité; dans le Précis de M. Lameere, une grande place est donnée à la morphologie générale et aux questions de filiation; Le texte est très intéressant, mais les figures, insuffisamment nombreuses, laissent un peu à désirer; elles manquent totalement de lettres indicatrices; si un professionnel est capable de les interpréter, je doute qu'un étudiant puisse le faire; les images d'animaux entiers gagneraient à être accompagnées de quelques mots indiquant sommairement l'habitat. Mais tout cela est très corrigeable; il faut espérer que l'auteur, zoologiste aux idées hardies et d'une érudition exceptionnelle, mènera à bonne fin le travail considérable qu'il a entrepris, et nous donnera enfin le Traité de Zoologie complet attendu depuis si longtemps.

L. CUÉNOT.
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales.

Bidou (Dr Gabriel). — **Principes scientifiques de récupération fonctionnelle des paralytiques.** *Préface du* Pr Georges GUILLAIN. — *1 vol. in-8° de 141 p. avec 45 fig. dans le texte et hors texte, dont la plupart photographiques (Prix : 20 francs).* Le Livre pour Tous, 37, *avenue de Saint-Ouen. Paris,* 1928.

On sait comment le docteur Gabriel Bidou nous avait déjà initiés en 1923 à sa Méthode de Récupération fonctionnelle par son très remarquable ouvrage *Nouvelle méthode d'appareillage des impotents*, que le docteur Babinski avait préfacé magistralement, et que l'Académie de Médecine avait couronné du prix Sabatier.

Sa nouvelle étude que nous présentons ici et qu'honore une préface de M. le Professeur Georges Guillain, les *Principes scientifiques de récupération fonctionnelle des paralytiques*, forme un livre luxueusement édité et orné de nombreuses gravures, résume un ensemble de travaux originaux de physiologie humaine et d'ingéniosité mécanique. Il met à la portée de ceux qui s'intéressent à cette question si passionnante de la Récupération des Impotents, la solution des problèmes mathématiques qui se présentent à chaque moment de l'appareillage.

Dans son « avant-propos », l'auteur montre combien il est nécessaire de récupérer fonctionnellement les paralytiques, tant au point de vue individuel qu'au point de vue social. Puis, après avoir présenté quelques considérations sur les cas de paralysie où la récupération peut être inutile, nous suivons tout le développement de la Méthode du Docteur Gabriel Bidou, qui est son œuvre personnelle :

Tout d'abord l'étude de l'instrumentation nécessaire à la mesure des déficiences et à leur récupération mécanique : mesure de l'équivalence du poids du membre, dynamomètre de l'ingénieur Amyot, règle à calcul Bidou et Canel, musculomètre artificiel, compas d'angle spécial...

Puis, l'examen de quelques dispositifs mécaniques d'appareillage : came, verrou progressif, axe oscillant, rotule fendue...

Enfin, une étude d'évaluation par méthode graphique, des efforts exercés sur les armatures des appareils, le calcul mathématique des sections à donner aux aciers, celui de l'effet d'une charge s'exerçant obliquement sur un axe...

L'auteur prouve également que, contrairement aux idées répandues, l'appareillage est un traitement.

Après cette première partie d'études pour ainsi dire théoriques, le Docteur Gabriel Bidou présente quelques types d'appareillages de Récupération fonctionnelle, appareillages partiels, appareillages généraux des différents membres, appareils de marche automatique, etc...

L'ouvrage se termine par une série de photographies de paralytiques des membres supérieurs et des membres inférieurs, récupérés fonctionnellement.

Ce livre comblera une lacune dans la littérature médicale, comme le dit M. le Professeur Georges Guillain, dans sa Préface, et donnera aux paralytiques, habituellement abandonnés, l'espoir d'une récupération motrice et d'un retour possible à l'indépendance et à la vie sociale.

A. D.

***

5° Art de l'ingénieur.

Roszak (Ch.), *Professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures*, et **Véron**, *Ingénieur E. C. P.* — **Nouvelles études sur la chaleur.** — *1 vol. de 752 p. avec 78 figures. Dunod, éditeur. Paris,* 1925. (*Prix : broché, 208 francs.*)

Cet ouvrage est une suite des précédentes études sur la chaleur de M. Roszak, pour laquelle il a trouvé un précieux collaborateur en M. Véron, répétiteur à l'Ecole Centrale. Une importante partie de ce volume a été consacrée par les auteurs, à l'étude des divers modes de propagation de la chaleur, en vue tout particulièrement, des applications au calcul et à la construction des échangeurs de chaleur industriels. Les lois de la propagation de la chaleur sont encore imparfaitement dégagées, de sorte que la technique du chauffage reste encore un art. Seule, une étude théorique des phénomènes accompagnant le transport de la chaleur peut conduire à la solution du problème le plus général qui se pose aux exploitants :

obtenir au prix de revient minimum, en employant une source de chaleur donnée, le chauffage convenable d'une matière aussi donnée.

Le premier chapitre forme une introduction où les auteurs exposent pourquoi la technique des appareils de chauffage est encore embryonnaire, et en quoi il est souhaitable que l'art du chauffage évolue enfin vers une science du chauffage. Le deuxième chapitre est un ensemble de réflexions qui découlent de l'application des principes fondamentaux de la production et de la transmission de la chaleur et du froid, au conditionnement de la vie terrestre. Le troisième chapitre est consacré à la voie la plus simple de la propagation de la chaleur c'est-à-dire au mélange. Un sujet que l'on aurait pu croire épuisé est ici rajeuni et simplifié. Le quatrième chapitre est affecté à la conductibilité calorifique. Les formules usuelles ne tiennent pas compte de ce que le coefficient de convection des corps est fonction de la température. Après avoir décelé l'origine de cette lacune dans l'hypothèse de Fourier les auteurs cherchent comment on peut y pourvoir, et donnent aux démonstrations habituelles une forme plus générale. Ils montrent aussi que la transmission entre deux fluides à travers une paroi isolante, non plane, ne varie pas nécessairement en sens inverse de l'épaisseur, et décèle l'existence, dans certaines conditions, de rayons d'égale déperdition, en exposant comment on peut les déterminer. Ils terminent le chapitre par des indications pratiques visant l'isolation calorifique. Les 5e et 6e chapitres sont les points culminants de l'ouvrage, et traitent respectivement de la convection et du rayonnement. Le mécanisme de la convection est extrêmement complexe; les auteurs l'analysent et examinent les moyens dont on dispose pour le faire jouer au mieux de l'opération de chauffage envisagée. Ils étudient un certain nombre d'entre eux, par exemple les vibrations des parois. Ils établissent ensuite analytiquement, l'influence de la vitesse des fluides sur l'effet thermodynamique et sur la chaleur transmise.

Enfin, ils envisagent la transmission de la chaleur entre deux courants fluides croisés, sous sa forme la plus générale, obtenant ainsi des formules qui renferment toutes les formules connues relatives à la distribution des températures et à la grandeur des échanges. De ce chapitre remarquable découle ce qui est relatif à la conception des échangeurs par surface. Le chapitre suivant, le sixième, a pour objet le rayonnement calorifique. Après avoir analysé les phénomènes et rappelé les lois physiques qui les régissent, les auteurs en réalisent la synthèse en vue d'obtenir les formules qui règlent les échanges entre les corps de températures différentes, placés dans la même enceinte. Ils mettent en garde contre les erreurs auxquelles donne lieu l'assimilation des corps thermiquement mats à des corps optiquement polis, et soulignent le rôle insoupçonné souvent que joue le rayonnement calorifique dans la plupart des phénomènes naturels. Enfin, ils montrent comment peuvent être établies les formules qui régissent le rayonnement dans un foyer et comment doivent être déterminés les différents termes qui entrent dans l'expression qu'ils donnent. Dans une dernière section, ils coordonnent analytiquement tous les phénomènes observés, concernant la marche des foyers et des échangeurs de chaleur. Dans le 7e chapitre, sont groupés et commentés les résultats théoriques précédemment acquis, en ce qui concerne les générateurs de vapeur modernes.

Si cette première partie de l'ouvrage intéresse au plus haut point les ingénieurs, les études qui suivent et qui débordent du cadre de la transmission de la chaleur ne peuvent pas moins intéresser les techniciens. En effet, le 8e chapitre est relatif aux règles de construction des chaudières aux Etats-Unis, comparées aux dernières réglementations établies en France. Le 9e chapitre enfin, a trait au chauffage urbain, qui est tout à fait d'actualité. Le 10e et dernier chapitre, expose ce que fut la méthode d'hydrogénation par voie iodhydrique de Berthelot. Une note annexe, rejetée en appendice, donne un exemple numérique de la méthode proposée, pour le calcul des échangeurs par surface.

Cet exposé rapide de l'ouvrage de MM. Roszak et Véron montre assez l'intérêt qu'il présente, et l'accueil qui lui a déjà été fait dans les revues françaises et étrangères, est un garant de l'intérêt des travaux des auteurs. Le succès de l'ouvrage est donc assuré. Nous le souhaitons très vif, avec l'espoir de pouvoir encore prochainement rendre compte de la suite que les auteurs ne manqueront pas de donner au volume d'aujourd'hui.

L. Potin.

***

Perbal. — Considérations inédites sur les Charpentes métalliques. — *1 vol.* 21 + 27 *de* 190 *pages,* 206 *figures et* 30 *tableaux. Dunod, éditeur, Paris,* 1929. (*Prix, broché* : 45 *fr.*).

Tous les grands chantiers de construction de Paris comportent dans leur matériel des engins, de conception originale et très hardie, dus à M. Perbal.

Un ouvrage émanant d'un pareil réalisateur ne peut donc qu'être éminemment éducatif. En effet, les lecteurs trouveront ici toute une série de conseils destinés à ceux d'entre eux qui doivent se consacrer aux calculs de résistance des matériaux où les conceptions de rapidité et d'économie doivent prévaloir. On doit bien s'attendre à ce que, sous la plume de l'auteur, les dissertations théoriques soient remplacées par la description des méthodes pratiques et éprouvées, exposées dans leurs détails d'exécution. Ayant mis lui-même la main à la pâte, il replace l'ingénieur dans les conditions où il s'est précisément trouvé et il lui indique avec sûreté ce qu'il doit faire dans chaque cas, le faisant profiter de son expérience personnelle. Il examine les particularités relatives à la résistance des aciers laminés et indique les profilés à utiliser de préférence, comme les procédés pratiques susceptibles de simplifier les calculs.

Le flambage dans les pièces comprimées ou fléchies, les assemblages, les poutres, les ponts et les piles, les charpentes des combles, la construction triangulaire, enfin la charpente si caractéristique des appareils de levage sont tour à tour étudiés.

Il est naturel que l'auteur insiste sur les avantages qui résultent dans bien des cas de l'emploi des procédés graphiques et il donne des conseils particulièrement intéressants pour les bureaux d'études en ce qui concerne l'établissement des dessins d'exécution. De nombreux tableaux numériques, choisis parmi ceux qui présentent un réel intérêt pour le charpentier en facilitant ses calculs, terminent l'ouvrage.

L'ingénieur, le constructeur, les bureaux d'études trouveront dans l'œuvre de M. Perbal un livre d'action pratique tel qu'un homme comme l'auteur était seul en mesure d'écrire.

L. Pineau.

***

Simonet (Eug.). — **Maçonnerie**. — 1 *vol.* 12 × 18 *de* 460 *p.*, 168 *fig.*, *de la* Bibliothèque de l'Ingénieur des Travaux publics. 2e *édition revue par* Guillemont. *Dunod, éditeur, Paris*, 1929 (*Prix, broché :* 48 *fr.*).

Depuis la fin du dernier siècle, on peut bien dire que la maçonnerie de grand appareillage est morte en France.

Quant à la maçonnerie de petit appareillage, on peut tout aussi bien dire d'elle que, depuis la Guerre, elle a également à peu près disparu ainsi que le dernier maçon. Le béton armé a presque tout envahi.

Néanmoins, pour certains travaux, il faut pourtant encore recourir à la maçonnerie, et cette technique a, comme beaucoup d'autres, réalisé dans ces dernières années de grands progrès, tant sous le rapport de la connaissance des matières entrant dans sa confection, que sur la façon d'utiliser les matériaux de liaison. Tous ceux, par conséquent, qui savent apprécier les beautés de l'art de la maçonnerie ou ceux qui ont formellement besoin de l'employer, seront heureux de trouver dans ce volume un des très rares ouvrages qui lui soit consacré entièrement.

Une place importante est faite, dans ce livre, à l'étude des caractères physiques et chimiques des matériaux constituants, à leur résistance, aux essais auxquels ils doivent être soumis.

D'intéressantes indications s'y rencontrent également sur le travail des pierres, sur la mise en œuvre des divers matériaux, sur les détails d'exécution.

Enfin, d'utiles renseignements sur les maçonneries des pierres de taille, de moëllons, de meulières, de briques, sur l'emploi dans la construction et les travaux publics du béton, du bitume et de l'asphalte sont également donnés, dont l'ingénieur constructeur fera son profit.

Tout l'exposé de l'ouvrage s'appuie d'une façon continue sur des résultats expérimentaux.

In fine, le cahier des charges du 29 octobre 1913 pour les travaux de l'Administration des Ponts et Chaussées est reproduit, ainsi que les extraits du tableau des carrières de pierres de taille publié par le Ministère des Travaux Publics. C'est donc un ouvrage d'une documentation complète sur les maçonneries qui est ainsi offert aujourd'hui au public et dont les ingénieurs ont le plus grand besoin, en raison de ce que l'expérience sur la matière fait de plus en plus défaut aux agents d'exécution placés sous leurs ordres.

E. Michel.

6° Sciences diverses.

Index generalis pour 1928-1929. — 1 *vol. in*-12 *relié de* 2300 *pages. Spes, à Paris.*

La 9e Edition de cet Ouvrage que les principales bibliothèques s'honorent de voir figurer dans leurs rayons se distingue des précédentes par une présentation extrêmement soignée, résultat des efforts couronnés de succès de son nouvel imprimeur, M. Bussière, à Saint-Amand.

Comme chaque année, avec des changements incessants, nous y trouvons la description des Universités du Monde entier, des Observatoires, des Instituts scientifiques et des Laboratoires, des Bibliothèques, des Académies et des principales Sociétés savantes, en tout environ 6.000 Notices, revues et mises à jour chaque année par l'organisme même que chacune d'elles décrit.

La Table alphabétique des 60.000 personnalités du monde savant nommées dans les Notices est à elle seule un monument imposant.

Les Tables géographiques sont aussi fort précieuses pour localiser l'activité scientifique des divers pays.

L'Index Generalis a l'heureuse carrière que lui prédisait M. Appell, dans sa première édition, quand il accepta d'en faire la Préface.

B. M.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Mars 1929.

3° Sciences naturelles. — M. L. **Neltner** : *Sur l'extension du Cambrien dans le sud-marocain et la présence dans cette région de plissements précambriens.* — M. J. **Thoulet** : *Le courant Kurosio du Japon.* Le mélange et la diffusion des eaux des deux courants marins Kurosio et Oyasio, qui se heurtent le long des côtes du Japon, s'effectuent suivant les lois physiques qui régissent la rencontre d'eaux de densités *in situ* différentes, ces dernières étant respectivement caractérisées par leur température et leur salure propres agissant en sens inverse l'une de l'autre mais totalisées. Dans l'hémisphère nord du Pacifique, le courant aéro-océanique Kurosio-Oyasio est le symétrique du circuit aéro-océanique de la mer de l'île de Pâques dans l'hémisphère sud. — M. L. **Eblé** et J. **Itié** : *Valeur des éléments magnétiques à la Station du Val-Joyeux (Seine et-Oise) au 1er janvier 1929.* La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été présentées pour le 1er janvier 1928. Seules les variations séculaires de la déclinaison et de la composante ouest ont des valeurs notables ; elles sont de même ordre que l'année précédente. — M. **Joseph Richard** : *Sur les anthérozoïdes des* Fucus. Le corps de l'anthérozoïde des *Fucus* semble constitué à peu près en entier par un noyau vraisemblablement modifié. Il est entouré d'une mince enveloppe protoplasmique qui renferme le chromatophore situé à place fixe. Ce chromatophore est formé de deux parties : une plaque mince jaune et un ourlet rouge. — MM. **Theodureto de Camargo**, **R. Bolliger** et **Paulo Correa de Melto** : *Sur l'influence de la concentration en ions hydrogène du milieu de culture sur le développement du caféier.* (Coffea arabica *L*). Le caféier est une plante qui préfère les milieux acides ; le degré d'acidité optimum pour sa culture est compris entre $ph = 4{,}2$ et $pH = 5{,}1$. Ces résultats sont parfaitement d'accord avec les données culturales : la plupart des terres à caféier de l'Etat de Sao-Paulo (Brésil) sont très pauvres en chaux et leur acidité descend rarement au-dessous de $ph = 6{,}5$. Une dose relativement minime de chaux est nuisible au caféier. L'examen expérimental comparatif des doses absorbées montre que l'absorption du Ca^{++}, du Mg^{++} et du Na^{+} n'est pas influencé par la concentration du milieu en ions hydrogène ; au contraire l'absorption de R^{+} diminue sensiblement dans ces conditions. — MM. **W. Russel** et **L. Hédin** : *Nouvelles légumineuses Cesalpiniées africaines à appareil sécréteur.* Les auteurs signalent la présence d'un appareil sécréteur schizogène chez *Pterigopodium oxyphyllum* Harms, chez *Gossweilerodendron balsamiferum* Harms, et chez un arbre de grande taille connue sous le nom gaourdé d'Alop, qui constitue certainement une espèce nouvelle et qui paraît participer des genres *Gossweilerodendron* et *Pterigopodium*. Les organes sécréteurs de ces trois espèces se présentent sous forme de poches généralement de grande dimension, réparties dans les tissus parenchymateux des feuilles et des pétioles, ainsi que dans l'écorce, le bois et la moelle des tiges et des racines. — M. **M. Abeloos** : *Influence de la température sur la croissance des Planaires* : 1° La taille maxima atteinte par croissance est, pour des conditions de nutrition déterminées, fonction de la température ; elle décroît très notablement lorsque la température s'élève. 2° Lorsque des Planaires sont nourries continuellement à température constante, la ponte des cocons ne commence que lorsque les animaux ont atteint leur taille maxima. 3° Lorsqu'on transporte des Planaires élevées à une certaine température à une température plus élevée ou plus basse, elles décroissent ou croissent à nouveau pour atteindre la taille maxima caractéristique de la nouvelle température. 4° Pour chaque température, l'équilibre pondéral, — qui ne se maintient que si l'animal est continuellement nourri, — correspond à une égalité entre l'assimilation et la désassimilation. — M. **Paul Pelsencer** : *Biostatistique académique.* L'auteur a comparé, l'âge de l'élection, l'âge de la mort et la durée de la vie académique des membres des Académies des Sciences de Londres, Washington, Bruxelles et Paris. Il a remarqué, dans ce domaine spécial de phénomènes, une remarquable analogie entre ces divers pays. — M. **Pierre-P.-Grassé** et Mlle **Odette Tuzet** : *Origine et nature du prétendu squelette céphalique des spermies.* Il faut reconnaître, dans les cellules mâles des Prosobranches, outre les mitochondries, les dictyosomes, les vacuoles, une quatrième catégorie de constituants cytoplasmique, de nature vraisemblablement lipoïde : les *tégosomes* (spires irrégulières ou giams appliqués sur le noyau et tendant à l'envelopper). Il est difficile de savoir si ces éléments ont une origine nucléaire. Les tégosomes existeraient aussi chez les Annélides, les Crustacés, les Insectes, les Arachnides, les Amphibiens et les Oiseaux. Il paraît impossible de leur attribuer un rôle de soutien et l'on peut penser que leur dissolution aboutit à la formation d'un revêtement lipoïde. — MM. **G. Delamare** et **C. Gatti** : *Spirochètes et tréponèmes d'un granulome vénérien.* Dans le séropus, non fétide, d'un granulome vénérien, les auteurs ont décelé de nombreux spirochétidés qui sont deux types morphologiques très différents. Ceux du premier type sont pour la plupart assimilables à *S. Refringens*, ceux du deuxième type présentent presque tous l'aspect de *T. Dentium*. L'Ag, le Hg et le Bé font disparaître les spirochètes mais sont sans action sur le granulome que guérit le tartre stibié. L'inoculation de la sécrétion au singe est négative. Ces faits conduisent à admettre que dans le granulome, la symbiose *refringens-dentium* ne joue aucun rôle alors même que certains de ses constituants pénètrent à l'intérieur du revêtement épithélial.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Décembre 1928.

M. **J. Thibaud** : *Indice de réfraction des rayons X de grande longueur d'onde* (jusqu'à $\lambda = 65$ angstroms). Les recherches récentes sur les propriétés optiques des rayons X ordinaires ont montré que, contrairement à l'opinion jusqu'alors reçue, l'indice de réfraction μ de ces radiations est légèrement inférieur à l'unité et que leur dispersion obéit à la formule de Lorentz, sauf dans le voisinage immédiat d'une bande d'absorption. Au delà du domaine des rayons X ordinaires, aucune mesure d'indice n'a été tentée dans la région spectrale intermédiaire qui s'étend vers l'ultra-violet. M. J. Thibaud a comblé cette lacune et a utilisé deux méthodes de mesure : une méthode de réflexion sélective et une méthode de réflexion totale. Les résultats obtenus l'amènent à la conclusion que la formule simplifiée de Drude-Lorentz ($\delta = K\lambda^2$, où $\mu = 1 - \delta$) exprime correctement l'allure de la courbe de dispersion de 20 à 65 A (indice μ qui se sépare de plus en plus de l'unité). La formule complète de Lorentz [en $1/(\nu^2 - \nu_i^2)$] est inacceptable, car dans le domaine intermédiaire les régions de dispersion anormale couvriraient des dizaines d'angstroms : l'expérience indique au contraire (cas du mélissate de plomb dont plusieurs bandes d'absorption se trouvent entre 25 et 45 A) que l'influence des fréquences propres atomiques sur l'indice est ici très réduite. Une formule analogue à celle de Kahlmann et Mark paraît plus correcte. L'indice des rayons X très mous obéit donc aux mêmes lois que l'indice des rayons X ordinaires. On retrouve cette continuité de propriétés que l'auteur a déjà signalée aussi bien pour les spectres d'émission que pour les spectres d'absorption. — M. **C. Raveau** : *Thermodynamique concrète.* II. 1° *L'équivalence.* 2° *L'irréversible.* D'après l'auteur, il n'y a pas lieu d'énoncer un principe spécial d'équivalence en Thermodynamique. L'équivalence est la conséquence nécessaire du déterminisme des phénomènes, appliqué à 4 cas généraux. I n'y a aucun besoin d'introduire la notion d'énergie interne. De même il n'y a pas de second principe auquel obéissent tous les phénomènes. M. **Jouguet**, tout en trouvant intéressant le nouveau mode d'exposition de la Thermodynamique présenté par M. Raveau, croit devoir lui adresser un certain nombre de critiques. — M. **Al. Ianitzky** : *Une explication possible de quelques phénomènes dans le tube à rayons X.* L'auteur montre que l'explication usuelle du passage de l'électricité à travers les gaz n'est pas suffisante. Il lui paraît plus probable que l'ionisation dans un tube à gaz se produit à la suite d'une collision d'ions positifs provenant de gaz dissous dans le métal qui, sous l'influence de la haute tension électrique, sortent de l'anode et frappent les molécules neutres. S'il en est ainsi, on pourrait, en chassant les gaz de l'anode, amener le tube à un état où la décharge, malgré la présence de gaz dans le tube, n'aura pas lieu. Si le tube possède une cathode à incandescence, il est possible d'obtenir une décharge purement électronique. L'auteur présente une expérience qui est en faveur de cette explication.

L. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 Avril 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **Alf. Basch** : *Tenseurs d'erreurs, affineurs d'erreurs et lois générales de transmission des erreurs.*

2° Sciences physiques. — M. **S. Meyer** : *La question de la formation des neutrons.* — M. **F. M. Exner** : *Ondes de gravitation dans l'atmosphère.* L'auteur se demande si les variations ondulatoires de la pression ainsi que de la température atmosphériques à la surface de la terre ou à une certaine hauteur ne peuvent être considérées comme des phénomènes d'ondes de gravitation dans l'atmosphère. L'auteur traite d'abord le problème théoriquement, puis il compare les résultats obtenus avec les mesures faites en aérologie. Il arrive à la conclusion que l'onde de gravitation intervient le plus fréquemment dans les phénomènes observés, mais qu'il faut aussi attribuer une influence aux déplacements horizontaux entre masses d'air de températures inégales. — M. **V. F. Hess** : *Nouvelles recherches sur le bilan d'ionisation de l'atmosphère à Heligoland.* La mesure de la durée moyenne δ des ions les plus mobiles (petits ions) a donné une valeur moyenne de 100 sec., avec des extrêmes allant de 453 à 21 sec. La durée moyenne des ions positifs est un peu plus faible que celle des ions négatifs. Les valeurs de δ dépendent fortement de la vitesse du vent (maxima avec le vent du N), puis du nombre des noyaux (maxima pour le plus petit nombre de noyaux), enfin de la visibilité (maxima pour la plus grande visibilité).

3° Sciences naturelles. — MM. **F. Heritsch** et **H. R. von Gaertner** : *Pétrifications dévoniennes de Paphlagonie.* — M. **A. Himmelbauer** : *Mâcles d'apatite de l'île d'Elbe.* Dans le gisement de pegmatite de S. Piero, l'auteur a trouvé, à côté de cristaux isolés d'apatite, des groupements mâclés présentant une certaine rotation des individus constituants. Tandis que les faces terminales et les zones prismatiques concordent bien avec la position théorique, toutes les faces pyramidales ont tourné dans un sens déterminé. On a déjà observé un phénomène analogue pour le quartz. — M. **K. Lohberger** : *Sur quelques nouvelles formes de poissons du lac Victoria.* — M. **O. Scheerpeltz** : *Staphylinides de Palestine et de Syrie.* — MM. **E. Furreg** et **Fr. Querner** : *Sur des phénomènes de fluorescence particuliers aux coquilles de Gastropodes.* Les auteurs ont constaté que la lumière ultraviolette filtrée produit des phénomènes de fluorescence remarquables sur les coquilles de quelques Gastéropodes, appartenant aux genres *Rotella, Monodonta, Clanculus, Omphalius, Collonia* : les *Trochus* ne sont pas fluorescents. Ces phénomènes proviennent sans doute de la présence de certaines matières colorantes dans les coquilles ; ils pourront être utilisés en systématique. — Mlle **H. Cammerloher** : *Sur la larve d'*Anthocephalus elongatus. — M. **Th. Pintner** : *Etudes sur les Tétrarhynques et observations sur d'autres Vers annelés.* IV. — M. **F. Werner** : *Résultats scientifiques d'un voyage d'exploration zoologique dans l'Algérie occidentale et au Maroc.* II. Description d'Orthoptères et de Poissons.

L. B.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Mars 1929.

Mlle **G. Cousin** : *Sur les relations entre l'accouplement et le réflexe de ponte de* Lucilia sericata. *Mieg.* 1° La maturation des œufs et le réflexe de la ponte sont indépendants de la fécondation. 2° Les œufs s'éliminent, comme chez les femelles fécondées, par pontes fragmentaires. 3° Les œufs non fécondés ne donnent pas de développement parthénogénétique naturel ; la parthénogenèse, tentée avec les moyens connus, n'a pas été jusqu'à présent réalisable. — Mlle **G. Cousin** : *Sur les conditions extérieures déterminant le lieu de ponte de* Lucilia sericata *Mieg.* Il semble bien que la ponte ait strictement l'allure d'un réflexe : 1° les conditions physiologiques déterminant l'expulsion des œufs, la Mouche pond sur le lieu même où elle s'alimente ; 2° l'expulsion des œufs paraît se faire, non à la suite d'une excitation olfactive, mais seulement à la suite d'une excitation au contact de l'oviscapte avec le substratum, ou répond à d'autres excitations indéterminées mais qui n'ont rien à voir avec une fin utilitaire ou avec un but de défense instinctive de l'espèce. — M. **P.-C. Flu** : *Immunisation des Rats blancs et des Cobayes contre la peste expérimentale au moyen d'un extrait aqueux de Bacilles pesteux virulents.* Les extraits aqueux de Bacilles pestèux virulents permettent d'obtenir un vaccin donnant une immunité active contre l'infection pesteuse expérimentale. Les réactions locales et générales observées chez des Rats blancs ont déterminé l'auteur à rechercher une méthode donnant des extraits d'un pouvoir immunisant égal à celui de l'extrait aqueux mais dépourvu de substances donnant des réactions. — M. **P.-C. Flu** : *Immunisation des Rats blancs contre la peste expérimentale au moyen des Bacilles pesteux virulents lysés, en suspension concentrée, par des Bactériophages antipesteux.* 1° En lysant par un Bactériophage très actif des Bacilles pesteux très virulents en suspension concentrée, on peut préparer un vaccin fort, capable d'immuniser des Rats blancs entre 40 doses mortelles chez 91,2 p. 100 des animaux et contre 400 doses mortelles chez 26,3 p. 100 des animaux immunisés. 2° Les résultats obtenus chez les Rats ; l'absence de réactions locale et générale chez les animaux immunisés autorisent à rechercher si l'on ne pourrait pas vacciner, avec un lysat concentré de Bacilles pesteux, les hommes exposés à l'infection pesteuse. — MM. **J. Davesne** et **C. Sanchez** : *Sur les propriétés agglutinantes du sérum de Lapins neufs.* Les auteurs ont mis en évidence dans le sérum de Lapins non traités, des propriétés agglutinantes pour des microbes variés. Le pourcentage d'anticorps spontanés est particulièrement élevé pour le Staphylocoque et le Bacille typhique. Il est donc nécessaire, avant la préparation d'un sérum agglutinant sur Lapin, d'étudier les anticorps spontanés du sérum de cet animal. On évitera ainsi des interprétations erronées en ne mettant pas sur le compte du sérum spécifique, certaines coagglutinations qui ne sont dues qu'aux anticorps normaux préexistant à l'immunisation. — MM. **Tchang-Yung-Taï** *La structure et les rénovations successives de l'épithélium du mésentéron chez l'embryon du Lépidoptère :* Galleria mellonella. L'épithélium du mésentéron de l'embryon de *Galleria mellonella*, pendant les deux derniers jours de la vie embryonnaire, présente une structure identique à celle de l'épithélium intestinal des chenilles déjà écloses : il comprend deux catégories distinctes de cellules épithéliales et des petites cellules basales toujours isolées. Dans ces dernières, on voit déjà, à ce stade, des mitoses. De plus l'épithélium du mésentéron embryonnaire subit des rénovations partielles successives. — M. **C. Levaditi** et **P. Lépine** : *Action préventive du mercure liposoluble dans la syphilis expérimentale.* Les propriétés préventives du mercure liposoluble, infiniment plus accusées que celles de l'or, se rapprochent de celles du bismuth et du tellure. Toutefois, l'efficacité, de même que la durée de la prévention mercurielle, sont loin d'égaler celles de la prévention bismuthique et tellurique. — MM. **L. Fournier, L. Guénot**, et **A. Schwartz** : *Le mercure liposoluble dans la syphilis humaine.* Le mercure lipo-soluble est doué d'un pouvoir antisyphilitique faible du moins à la dose utilisable dans le traitement de la syphilis humaine; sa toxicité apparaît rapidement (stomatite) dès qu'on élève cette dose et avant qu'on ait pu atteindre la dose réellement curative. Sans aucune supériorité sur les autres préparations mercurielles, le mercure lipo-soluble s'est donc montré tout à fait inférieur pour le traitement de la syphilis humaine, au bismuth lipo-soluble. — M. **Pierre Lépine** : *Exaltation de la virulence pour le Lapin d'une souche herpéto-encéphalitique ayant passé dans le cerveau du Singe.* 1° Le passage dans le cerveau de *Cercopithecus callithrix* d'une souche herpéto-encéphalique normalement conservée par passages sur le Lapin, a nettement exalté la virulence de cette souche à l'égard du Lapin. 2° Malgré le passage dans le cerveau du Singe et l'exaltation de la virulence pour le Lapin, cette souche exaltée ne s'est pas montrée plus virulente pour le Singe. 3° Il est donc possible d'augmenter la virulence d'un virus à l'égard d'une espèce animale A par passage sur une autre espèce animale B qui n'est pas nécessairement plus réceptive que l'espèce A à l'égard du virus considéré. — M. **D. Brocq-Rousseu**, Mme **Z. Gruzewska** et **M. G. Roussel** : *Les peptones donnent elles par hydrolyse acide directe des substances réductrices ?* 1° Les albumoses, les peptones et les peptides préparées industriellement des protéines du muscle, et suffisamment purifiées ne donnent pas de substances réductrices par l'hydrolyse acide direct. 2° Ce procédé, de rechercher les substances réductrices par l'hydrolyse acide, dans les peptones produites par l'hydrolyse pepsique ou trypsique, peut servir d'indication de la pureté de la préparation.

Le Gérant : Gaston Doin

Sté Gle d'Imp. et d'Édit., 1, rue de la Bertauche, Sens.— 7-29.